

U_N %: Độ sụt áp ngắn mạch %.

Dựa vào thông số trên, tính được những thông số của máy biến áp qui về phía cao áp (22kV) như sau:

Điện trở:

$$R_B = \frac{\Delta P_N \times U_{dm}^2}{S_{dm}^2} = \frac{5750 \times 22^2}{400^2} = 17,39(\Omega)$$

Tổng trở:

$$Z_B = \frac{U_N \% \times U_{dm}^2}{S_{dm}} \times 10 = \frac{4 \times 22^2}{400} \times 10 = 48,4(\Omega)$$

Điện kháng:

$$X_B = \sqrt{Z_B^2 - R_B^2} = \sqrt{48,4^2 - 17,39^2} = 45,167(\Omega)$$

3. Tính toán tổn thất điện năng trong trạm.

Tổn thất điện năng được tính theo công thức:

$$\Delta A = n \times \Delta P_{Fe} \times t + n \times \Delta P_N \left(\frac{S_{\max}}{S_{dm}} \right)^2 \times \tau \quad (\text{kWh})$$

Trong đó:

ΔA : Tổn thất điện năng trong năm (kWh/năm).

n : Số máy biến áp làm việc song song trong trạm. Trạm có 1 máy biến áp nên $n=1$.

ΔP_{Fe} : Tổn thất công suất trong lõi thép.

Do sự cố trong năm xảy ra rất ít nên tổn thất trong năm coi như không đáng kể. Vì vậy, chỉ tính tổn thất điện năng lúc bình thường trong năm:

$$T_{\max} = 6022,5 \text{h/năm}$$

$$\tau = 0,124(1 + T_{\max} \cdot 10^{-4})^2 \times 8760 = 4434,7 \text{h}$$

$$\Delta A = 1 \times 0,84 \times 8760 + 1 \times 5,75 \times \left(\frac{422,5}{400} \right)^2 \times 4434,75 = 35807,62 (\text{kWh})$$

Vậy tổng điện năng mà phụ tải tiêu thụ trong năm là:

$$A_{\Sigma} = P_{tt} \times T_{\max} = 338 \times 6022,5 = 2035605 \text{ (kWh/năm)}$$

$$\text{với } P_{tt} = S_{\max} \cdot \cos\varphi = 4225 \cdot 0,8 = 3380 \text{ kW}$$

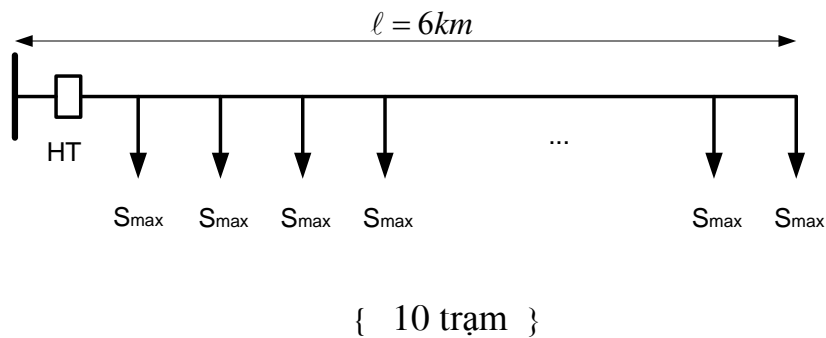
Vậy % tổn thất điện năng trong năm là:

$$\Delta A \% = \frac{\Delta A}{A_{\Sigma}} \times 100\% = \frac{35807,62}{2035605} \times 100\% = 1,759\%$$

4. Chọn tiết diện dây dẫn trên không 22kV thỏa mãn sụt áp đến cuối đường dây là 5%.

Chọn tiết diện dây dẫn 22kV thỏa mãn điều kiện sụt áp cuối đường dây là 5%.

Đường dây có phụ tải phân bố đều như sau:



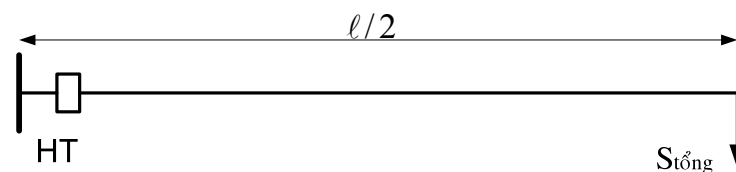
Ta có:

Tổng trạm là 10 trạm.

$$S_{\max} = 422,5 \text{ kVA}$$

Chọn dân dẫn thoả điều kiện sụt áp $\Delta U_{cp} = 5\%$

Sơ đồ tương đương tính sụt áp cho đường dây có phụ tải phân bố đều :



$$\text{Với } S_{\Sigma} = S_{\max} \times \text{Số trạm} = 422,5 \times 10 = 4225(\text{kVA})$$

Công suất tác dụng lúc cực đại:

$$P_{\max \Sigma} = S_{\Sigma} \times \cos \varphi = 4225 \times 0,8 = 3380(\text{kW})$$

Công suất phản kháng lúc cực đại:

$$Q_{\max \Sigma} = S_{\Sigma} \times \sin \varphi = 4225 \times 0,6 = 2535(\text{kVAr})$$

Dựa vào bảng số liệu tính toán của dây nhôm lõi thép, chọn dây AC có tiết diện 35mm^2 tra bảng tìm được các thông số sau :

Tiết diện định mức của dây mm^2	Tiết diện tính toán của dây dẫn (mm^2)		Đường kính tính toán của (mm)		Điện trở (Ω / km)
	Phần nhôm dẫn điện	Lõi thép	Dây dẫn	Lõi thép	
35	36,9	6,2	8,4	2,8	0,85

Điện trở trên đơn vị chiều dài :

$$r_0 = 0,85(\Omega / \text{km})$$

Đường kính tính toán dây dẫn:

$$d = 8,4(\text{mm})$$

$$\text{Suy ra bán kính } r = d/2 = 8,4/2 = 4,2(\text{mm})$$

Tính :

$$x_0 = 0,144 \times \log \frac{D_{tb}}{r} + 0,016$$

Trong đó :

r : là bán kính dây dẫn

D_{tb} : khoảng cách trung bình pha

Đối với đường dây trên không theo qui định của điện lực đối với đường dây 22kV thì khoảng cách trung bình pha là $D_{tb} = 1,2(\text{m})$

$$\text{Suy ra: } x_0 = 0,144 \times \log \frac{1200}{4,2} + 0,016 = 0,3696(\Omega / \text{km})$$

- Điện trở tương đương trên đường dây:

$$R = r_0 \times \frac{\ell}{2} = 0,85 \times \frac{6}{2} = 2,55(\Omega)$$

- Điện kháng tương đương trên đường dây:

$$X = x_0 \times \frac{\ell}{2} = 0,3696 \times \frac{6}{2} = 1,1089(\Omega)$$

Vậy tổn thất sụt áp trên đường dây là:

$$\Delta U(\%) = \frac{P_{\max \Sigma} \times R + Q_{\max \Sigma} \times X}{U_{dm}^2 \times 10^3} \times 100\%$$

$$\Rightarrow \Delta U(\%) = \frac{3380 \times 2,55 + 2535 \times 1,1089}{22^2 \times 10^3} \times 100\% = 2,36\%$$

Thỏa điều kiện sụt áp $\Delta U(\%) = 2,36\% < \Delta U_{cp}(\%) = 5\%$

Vậy chọn dây AC – 35mm² là hợp lý.

5. Tính toán sụt áp cuối đường dây lúc phụ tải cực đại và cực tiểu.

a. Sụt áp cuối đường dây lúc phụ tải cực đại:

$$S_{\max \Sigma} = 4225 \text{kVA}$$

$$P_{\max \Sigma} = 3380 \text{kW}$$

$$Q_{\max \Sigma} = 2535 \text{kVAr}$$

$$\Delta U_{\max} = \frac{P_{\max \Sigma} \times R + Q_{\max \Sigma} \times X}{U_{dm}} = \frac{3380 \times 2,55 + 2535 \times 1,1089}{22} = 519,45 \text{V}$$

$$\text{Vậy: } U_{1A} = 22 \text{kV} - 0,51945 \text{kV} = 21,4804 \text{kV}$$

b. Sụt áp cuối đường dây lúc phụ tải cực tiểu:

$$S_{\min \Sigma} = 169 \times 10 = 1690 \text{kVA}$$

$$P_{\min \Sigma} = S_{\min \Sigma} \times \cos \varphi = 1690 \times 0,8 = 1352 \text{kW}$$

$$Q_{\min \Sigma} = S_{\min \Sigma} \times \sin \varphi = 1690 \times 0,6 = 1014 \text{kVAr}$$

$$\Delta U_{\min} = \frac{P_{\min \Sigma} \times R + Q_{\min \Sigma} \times X}{U_{dm}} = \frac{1352 \times 2,55 + 1014 \times 1,1089}{22} = 207,81V$$

Vậy: $U_{2A} = 22kV - 0,20781kV = 21,7921kV$

c. Sụt áp qua máy biến áp lúc tải cực đại:

$$P_{\max} = S_{\max} \times \cos \varphi = 422,5 \times 0,8 = 338kW$$

$$Q_{\max} = S_{\max} \times \sin \varphi = 422,5 \times 0,6 = 253,5kVAr$$

$$\Rightarrow \Delta U_{B\max} = \frac{P_{\max} \times R_B + Q_{\max} \times X_B}{U_{dm}} = \frac{338 \times 17,39 + 253,5 \times 45,167}{22} = 787,62V$$

d. Sụt áp qua máy biến áp lúc tải cực tiểu:

$$P_{\min} = S_{\min} \times \cos \varphi = 169 \times 0,8 = 135,2kW$$

$$Q_{\min} = S_{\min} \times \sin \varphi = 169 \times 0,6 = 101,4kVAr$$

$$\Rightarrow \Delta U_{B\min} = \frac{P_{\min} \times R_B + Q_{\min} \times X_B}{U_{dm}} = \frac{135,2 \times 17,39 + 101,4 \times 45,167}{22} = 315,04V$$

6. Chọn đầu phân áp.

Đối với máy biến áp 22/0,4kV có 4 đầu phân áp phía cao áp như sau:

Đầu phân áp	U_{pa} tiêu chuẩn
5%	$(1 + 5\%) \times 22 = 23,1 kV$
2,5%	$(1 + 2,5\%) \times 22 = 22,55 kV$
0%	$(1 + 0\%) \times 22 = 22 kV$
-2,5%	$(1 - 2,5\%) \times 22 = 21,45 kV$
-5%	$(1 - 5\%) \times 22 = 20,9 kV$

Giả thiết máy có 4 đầu phân áp $2x \pm 2,5\%$, đầu định mức ở giữa. Điện áp không tải phía thứ cấp $U_{ktTC} = 1,05 \times 380 = 400(V) = 0,4(kV)$

Gọi: U_{1A} là giá trị điện áp cuối đường dây lúc tải cực đại.

U_{2A} là giá trị điện áp cuối đường dây lúc tải cực tiểu.

$U_{1b(ye)}$ là giá trị điện áp phía hạ áp lúc tải cực đại.

$U_{2b(ye)}$ là giá trị điện áp phía hạ áp lúc tải cực tiểu.

U_{ktTC} là giá trị điện áp không tải phía thứ cấp.

Chọn $U_{ye} = U_{1b(ye)} = U_{2b(ye)} = (1 + 5\%) \times U_{dm} = 1,05 \times 380 = 400V = 0,4kV$

- Đầu phân áp tính toán lúc phụ tải cực đại:

$$\frac{U_{pa1}}{U_{ktTC}} = \frac{U_{1A} - \Delta U_{B\max}}{U_{1b(ye)}} \Rightarrow U_{pa1} = \frac{0,4(21,4804 - 0,78762)}{0,4} = 20,692kV$$

- Đầu phân áp tính toán lúc phụ tải cực tiểu:

$$\frac{U_{pa2}}{U_{ktTC}} = \frac{U_{2A} - \Delta U_{B\min}}{U_{2b(ye)}} \Rightarrow U_{pa2} = \frac{0,4(21,7921 - 0,31504)}{0,4} = 21,477kV$$

- Đầu phân áp trung bình:

$$U_{\text{patb}} = \frac{U_{\text{pa1}} + U_{\text{pa2}}}{2} = \frac{20,692 + 21,477}{2} = 21,084\text{kV}$$

Dựa vào bảng đầu phân áp 22/0,4kV phía trên và theo cách tính, chọn đầu phân áp tiêu chuẩn - 2,5% ứng với mức điện áp 21,45kV.

Tính toán kiểm tra lại mức điện áp thực tế phía hạ áp với đầu phân áp đã chọn.

- Lúc phụ tải cực đại:

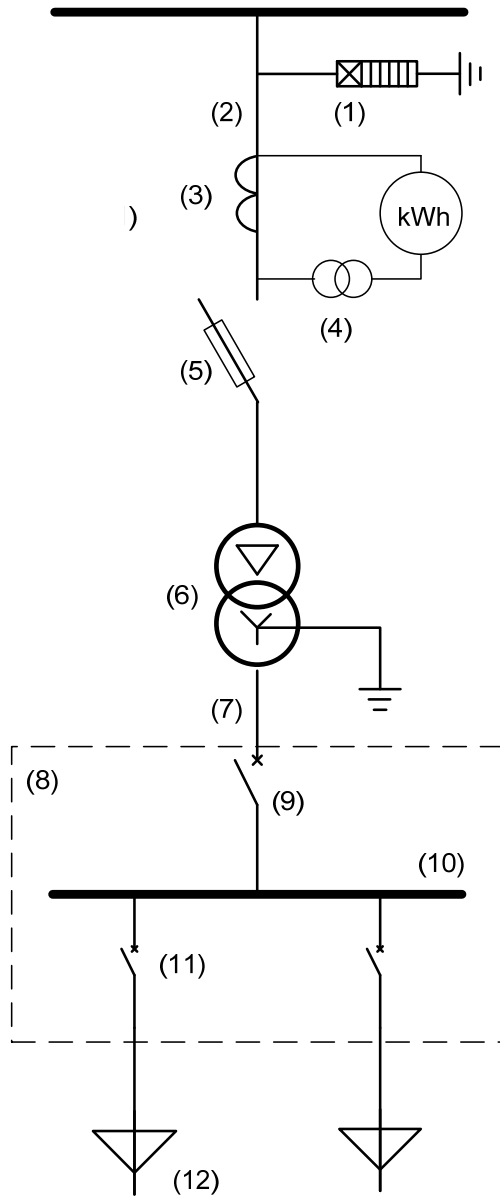
$$U_{1b} = \frac{U_{\text{ktTC}}}{U_{\text{patc}}} (U_{1A} - \Delta U_{B_{\text{max}}}) = \frac{0,4}{21,45} (21,4804 - 0,7876) = 0,385\text{kV}$$

- Lúc phụ tải cực tiểu:

$$U_{2b} = \frac{U_{\text{ktTC}}}{U_{\text{patc}}} (U_{2A} - \Delta U_{B_{\text{min}}}) = \frac{0,4}{21,45} (21,7921 - 0,31504) = 0,4\text{kV}$$

Vậy với đầu phân áp đã chọn ở trên điện áp phía hạ áp lúc phụ tải cực đại và phụ tải cực tiểu lân cận với điện áp định mức. Vậy chọn đầu phân áp như trên là hợp lí.

7. Sơ đồ nguyên lý của trạm đường dây trên không.

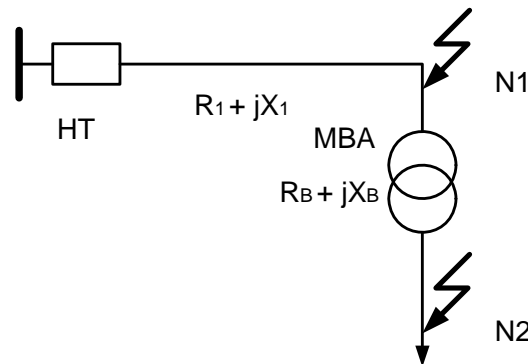


Chú thích:

- (1) Chóng sét van (LA)
- (2) Dây dẫn
- (3) Máy biến dòng điện (TI)
- (4) Máy biến điện áp (TU)
- (5) Cầu chì tự rơi (FCO)
- (6) Máy biến áp
- (7) Cáp xuất hạ thế
- (8) Tủ hạ áp
- (9) Aptomat tổng
- (10) Thanh cái
- (11) Aptomat nhánh
- (12) Cáp ra

SƠ ĐỒ NGUYÊN LÝ

8. Tính toán ngắn mạch phía cao áp và hạ áp của trạm.



Theo đề bài, công suất cắt đầu nguồn là:1400MVA

Suy ra tổng trở tương đương của hệ thống (qui về phía 22kV) là:

$$Z_{ht} = \frac{U^2}{S_N} = \frac{22^2}{1400} = 0,3457\Omega$$

Điện trở và điện kháng của hệ thống có thể suy ra từ $R_{ht} / Z_{ht} = 0,1$

$$\Rightarrow R_{ht} = 0,1 \times Z_{ht} = 0,1 \times 0,3457 = 0,03457\Omega$$

$$\Rightarrow X_{ht} = \sqrt{Z_{ht}^2 - R_{ht}^2} = \sqrt{0,3457^2 - 0,03457^2} = 0,3444\Omega$$

Với điện trở và điện kháng trên đường dây cao áp :

$$R_1 = r_0 \times \ell = 0,85 \times 6 = 5,1\Omega$$

$$X_1 = x_0 \times \ell = 0,3696 \times 6 = 2,2176\Omega$$

a. Dòng ngắn mạch phía cao áp của máy biến áp:

- Ngắn mạch tại điểm N1:

$$I_{N1} = \frac{U}{\sqrt{3} \times \sqrt{(R_1 + R_{ht})^2 + (X_1 + X_{ht})^2}}$$

$$= \frac{22}{\sqrt{3} \times \sqrt{(5,1 + 0,03457)^2 + (2,2176 + 0,344)^2}} = 2,5(kA)$$

- Dòng ngắn mạch xung kích phía cao áp là:

$$T_a = \frac{X_{N1}}{\omega R_{N1}} = 0,0016$$

$$k_{xk} = 1 + e^{\frac{-0,01}{T_a}} = 1$$

$$I_{xkN1} = \sqrt{2} \times k_{xk} \times I_{N1} = \sqrt{2} \times 1 \times 2,5 = 3,6(kA)$$

Với $k_{xk} \approx 1,8$

b. Dòng ngắn mạch phía hạ áp của máy biến áp:

- Ngắn mạch tại điểm N2:

Qui về cao áp:

$$I'_{N2} = \frac{U}{\sqrt{3} \times \sqrt{(R_B + R_1 + R_{ht})^2 + (X_B + X_1 + X_{ht})^2}}$$

$$= \frac{22}{\sqrt{3} \times \sqrt{(17,39 + 5,1 + 0,03457)^2 + (45,167 + 2,2176 + 0,3457)^2}} = 0,2343(kA)$$

Với tỉ số máy biến áp là: $k = \frac{22}{0,4} = 55$

- Suy ra dòng ngắn mạch thực tế phía hạ áp là:

$$I_{N2} = I'_{N2} \times k = 0,2343 \times 55 = 12,89(kA)$$

- Dòng ngắn mạch xung kích phía hạ áp là:

$$I_{xkN2} = \sqrt{2} \times k_{xk} \times I_{N2} = \sqrt{2} \times 1 \times 12,89 = 18,18(kA)$$

Với $k_{xk} \approx 1$

9. Chọn khí cụ điện.

a. Chọn chống sét van (LA):

- Điện áp vận hành cực đại của hệ thống U_m

$$\text{Độ lệch điện áp cho phép theo qui định hiện nay } \Delta U = 5\%U_{dm}$$

$$\text{Do đó: } U_m = U_{dm} + \Delta U = 22 + 0,05 \times 22 = 23,1kV$$

- Xác định hệ số chạm đất K_e :

Hệ thống 3 dây, nối đất tổng trở nhỏ nên chọn $K_e = 1,4$

- Xác định giá trị quá áp tạm thời U_{TOV} :

$$U_{TOV-LA} \geq U_{TOV-mang} = K_e \times \frac{U_m}{\sqrt{3}} = 1,4 \times \frac{23,1}{\sqrt{3}} = 18,67kV$$

- Xác định điện áp vận hành liên tục của chống sét van U_c :

$$U_{MCOV} \geq \frac{U_m}{\sqrt{3}} = \frac{23,1}{\sqrt{3}} = 13,34kV$$

Chọn chống sét van oxyt kim loại do ABB chế tạo có các thông số như sau:

Loại: POLIM-D

Điện áp định mức chống sét $U_r = 27$ kV

Điện áp làm việc liên tục lớn nhất: $U_c = 22$ kV

b. Chọn bộ đo đếm trung thế:

Với máy biến áp 400kVA, chọn 3TU – 12700/120 và 3 TI – 22kV với tỉ số biến TI là 15/5.

c. Chọn cầu chì tự rơi (FCO):

Dòng điện định mức phía cao áp của máy biến áp:

$$I_{lv \max} = \frac{S_{\max}}{\sqrt{3} \times U_{dm}} = \frac{422,5}{\sqrt{3} \times 22} = 11,09(A)$$

Điều kiện để lựa chọn FCO:

$$U_{dmFCO} > U_{dmmang} = 22kV$$

$$I_{dmFCO} > I_{lv \max} = 11,09A$$

$$I_{dmFCO} < \frac{I_{N2}^{22}}{6} = \frac{234}{6} = 39A$$

$$I_{NFCO} > I_{N1} = 2,5kA$$

Dựa vào dòng điện, chọn FCO do hãng CHANCE chế tạo có các thông số sau:

Loại	U_{dm} (kV)	I_{dm} (A)	I_N (kA)
C710 – 211PB	27	40	8

d. Chọn cáp xuất hạ thế:

Với công suất của máy biến áp 400kVA, chọn cáp xuất hạ thế:

Công suất máy biến áp 3 pha	Tiết diện cáp đồng bọc HT(100V)
400 kVA	3x240 + 1x150

e. Chọn máy cắt hạ thế:

Dòng điện làm việc cực đại:

$$I_{lv\max} = \frac{S_{\max}}{\sqrt{3} \times U_{dm}} = \frac{422,5}{\sqrt{3} \times 0,4} = 609,8(A)$$

Điều kiện để lựa chọn máy cắt:

$$U_{dmMC} > U_{dmang} = 0,4kV$$

$$I_{dmMC} > I_{lv\max} = 609,8A$$

$$I_{NMC} > I_{N2} = 12,89kA$$

Tra bảng chọn máy cắt của hãng MERLIN GERIN chế tạo có thông số như sau:

Loại	Số cực	I _{dm} (A)	U _{dm} (V)	I _N (kA)
M10	3	600	240/400	40

f. Chọn thanh cái hạ áp:

Dòng làm việc cực đại: I_{lvmax} = 609,8 (A)

Tra bảng chọn loại thanh cái bằng đồng có thông số như sau :

Kích thước (mm ²)	Tiết diện (mm ²)	Khối lượng (kg/m)	I _{cp} (A)
50 x 5	250	2,225	860

Kiểm tra điều kiện phát nóng.

$$k_1 \times k_2 \times k_3 \times I_{cp} \geq I_{lv\max}$$

Trong đó :

$$k_1 = 0,95 \text{ thanh cái đặt nằm ngang.}$$

$$k_2 = 1 \text{ dùng 1 thanh cái.}$$

$$k_3 = 0,85 \text{ hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ môi trường là } 35^{\circ}C.$$

$$\text{Suy ra : } k_1 \times k_2 \times k_3 \times I_{cp} = 0,95 \times 1 \times 0,85 \times 700 = 694,45A > I_{lv\max} = 609,8 A$$

Vậy chọn thanh cái trên là hợp lý.

10. Tính toán nối đất trong trạm.

Thiết kế hệ thống nối đất như sau:

Hệ thống nối đất bao gồm 6 thanh thép góc 60×60×6 mm dài 2,5m được nối với nhau bằng thanh thép dẹt 40mm tạo thành mạch vòng nối đất xung quanh trạm biến áp. Các cột được đóng sâu dưới đất 0,7m, thép dẹt hàn chặt ở độ sâu 0,8m, chiều dài 12,5m.

a. Thiết kế phân cực:

Xác định điện trở thanh thép góc (1 cọc).

Điện trở nối đất của một cọc nối đất được cho bởi công thức:

$$R_{1coc} = \frac{0,366}{\ell} \times \rho \times k \times \left(\lg \frac{2\ell}{d} + \frac{1}{2} \lg \frac{4t + \ell}{4t - \ell} \right)$$

Với:

ℓ : chiều dài cọc (cm).

$d = 0,95.b$ với b là chiều rộng cạnh thép góc.

t : là độ sâu chôn cọc tính từ điểm giữa cọc (cm).

ρ : là điện trở suất của đất.

k : là hệ số mùa.

Đối với cọc như trên ta có:

$$\ell = 250 \text{ cm}$$

$$d = 0,95.b = 0,95.6 = 5,7 \text{ cm}$$

$$t = 70 + 125 = 195 \text{ cm}$$

Vậy:

$$R_{1coc} = \frac{0,366}{250} \times \rho \times k \times \left(\lg \frac{2 \times 250}{5,7} + \frac{1}{2} \lg \frac{4 \times 195 + 250}{4 \times 195 - 250} \right) = 0,0030513 \cdot \rho \cdot k$$

Chọn điện trở suất của đất $\rho = 0,4 \cdot 10^4 \Omega \cdot \text{cm}$

Hệ số mùa: $k = 1,5$

$$\Rightarrow R_{1coc} = 0,0030513 \times 0,4 \cdot 10^4 \times 1,5 = 18,31(\Omega)$$

Xác định sơ bộ 6 cọc, đặt cách nhau 2,5m mỗi cọc dài 2,5m.

Suy ra:

$$\text{Tỷ số} \quad \frac{a}{\ell} = \frac{2,5}{2,5} = 1$$

Tra bảng, tìm được hệ số sử dụng cọc: $k_{sd} = 0,63$

Vậy tính được điện trở tương đương của toàn bộ số cọc:

$$R_{tdcoc} = \frac{R_{1coc}}{k_{sd} \cdot n}$$

Với n : số cọc

$$R_{tdcoc} = \frac{18,31}{0,63 \times 6} = 4,844(\Omega)$$

b. Thiết kế phần mạch vòng thanh nối:

Điện trở nối đất của thanh nối cho bởi công thức:

$$R_T = \frac{0,366 \cdot \rho_{tt}}{\ell} \lg \frac{2 \cdot \ell^2_{thanh}}{b \cdot t}$$

Với $\rho_{tt} = k \times \rho_0$: điện trở suất của đất ở độ sâu chôn thanh (0,8 m)

ℓ_{thanh} : chiều dài thanh (cm)

b: chiều rộng thanh nối đất, $b = 40\text{mm} = 4\text{ cm}$

t: độ chôn sâu thanh nối đất $t = 0,8\text{m} = 80\text{ cm}$

Giả thuyết chọn $k = 3$, mưa rất lớn trước đó.

Suy ra:

$$R_T = \frac{0,366 \times 3 \times 0,4 \cdot 10^4}{1250} \lg \frac{2 \times 1250^2}{4 \times 80} = 14,018(\Omega)$$

Tra bảng tìm được hệ số sử dụng thanh khi nối vòng: $k_{sd} = 0,72$

- Suy ra điện trở nối đất trong thực tế là:

$$R_{\text{tdthanh}} = \frac{R_T}{k_{sd}} = \frac{14,018}{0,72} = 19,469(\Omega)$$

- Điện trở của toàn bộ số cọc và thanh:

$$R_{nd} = \frac{R_{\text{tdcoc}} \times R_{\text{tdthanh}}}{R_{\text{tdcoc}} + R_{\text{tdthanh}}} = \frac{4,844 \times 19,469}{4,844 + 19,469} = 3,878(\Omega)$$

Vậy: $R_{nd} = 3,878(\Omega) < 4(\Omega)$

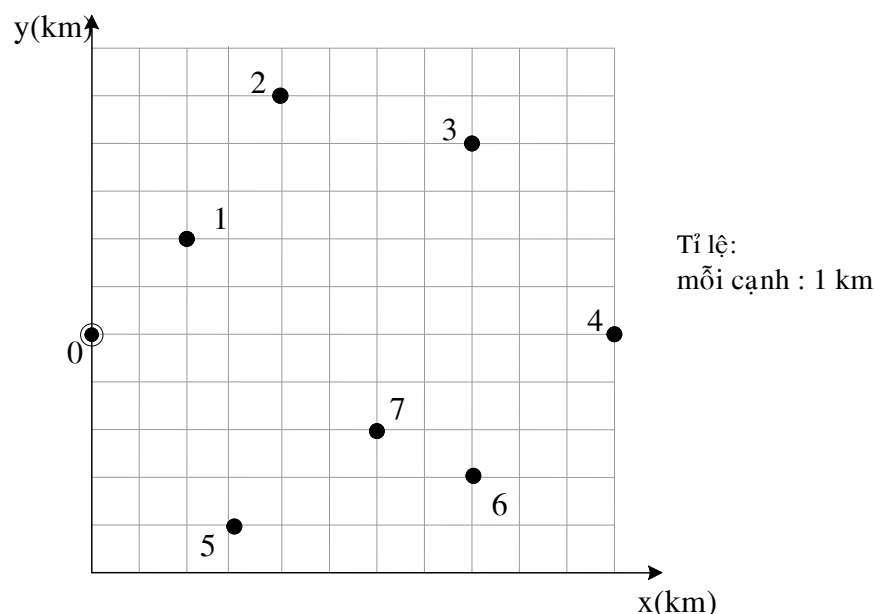
Tóm lại, thiết kế hệ thống nối đất cho trạm như sau: dùng 6 cọc thép góc L 60×60×6mm dài 2,5m được nối với nhau bằng thanh thép dẹt 40mm dài 12,5m. Các cọc được đóng sâu dưới mặt đất 0,7 m, thép dẹt được hàn chặt ở độ sâu 0,8m. Điện trở nối đất thực tế nhỏ hơn 4Ω.

CHƯƠNG 4**TÍNH TOÁN VÀ THIẾT KẾ MẠNG PHÂN PHỐI ĐIỆN
CHO KHU CÔNG NGHIỆP****4.1. BÀI TẬP THIẾT KẾ.**

- **Thông số nguồn:** $S_N = 5000$ MVA, $U_N = 110$ kV. Nhiệt độ môi trường: 35°C .
- **Thông số phụ tải:** Nút 1 ÷ 7

Bảng 4.1. Các số liệu về các phụ tải theo thời gian:

Tải	Loại hộ	P,Q t	0h – 4h	4h – 8h	8h – 12h	12h – 16h	16h – 20h	20h – 24h
1	1	P(MW)	1,44	1,44	1,92	2,4	2,16	1,68
		Q(MVAR)	1,08	1,08	1,44	1,8	1,62	1,26
2	2	P(MW)	1,02	1,02	1,36	1,7	1,53	1,19
		Q(MVAR)	0,63	0,63	0,84	1,05	0,95	0,74
3	3	P(MW)	0,4	0,56	0,8	0,64	0,56	0,4
		Q(MVAR)	0,38	0,53	0,75	0,6	0,53	0,38
4	1	P(MW)	2,04	2,04	2,72	3,4	3,06	2,38
		Q(MVAR)	1,26	1,26	1,69	2,11	1,9	1,48
5	2	P(MW)	1,2	1,68	2,4	1,92	1,68	1,2
		Q(MVAR)	0,9	1,26	1,8	1,44	1,26	0,9
6	2	P(MW)	1,2	1,68	2,4	1,92	1,68	1,2
		Q(MVAR)	0,9	1,26	1,8	1,44	1,26	0,9
7	3	P(MW)	0,48	0,48	0,64	0,8	0,72	0,56
		Q(MVAR)	0,45	0,45	0,6	0,75	0,68	0,53

Vị trí nguồn và phụ tải**4.2. TÍNH TOÁN VÀ THIẾT KẾ****4.2.1. PHÂN TÍCH NGUỒN**

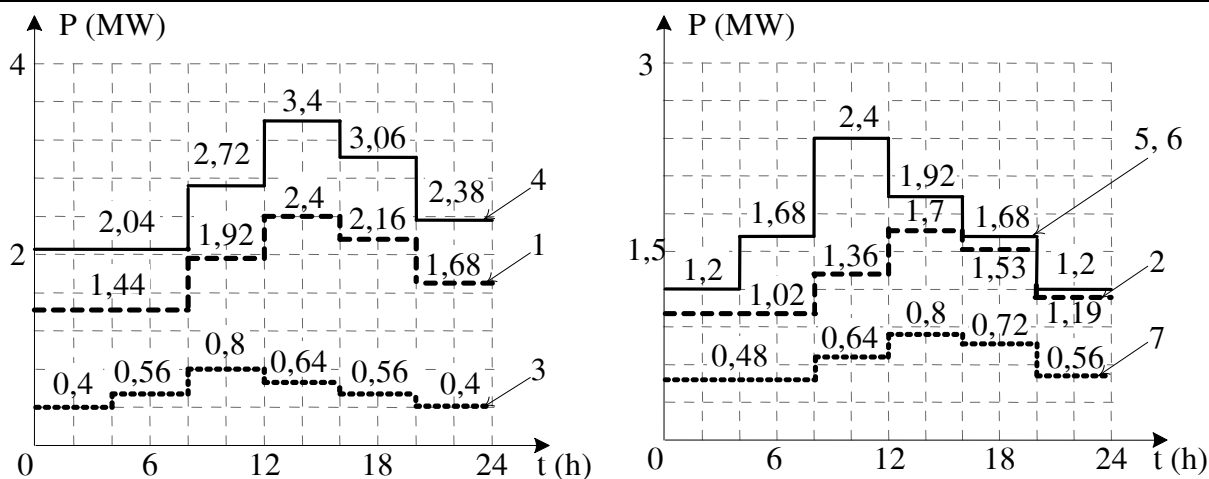
Nguồn cung cấp cho khu công nghiệp là hệ thống điện, có công suất ngắn mạch phía nguồn $S_N = 5000$ MVA, hệ số công suất trên thanh góp 110 kV của hệ thống bằng 0,85. Chọn thanh góp hệ thống là nút cân bằng công suất.

4.2.2. PHÂN TÍCH PHỤ TẢI

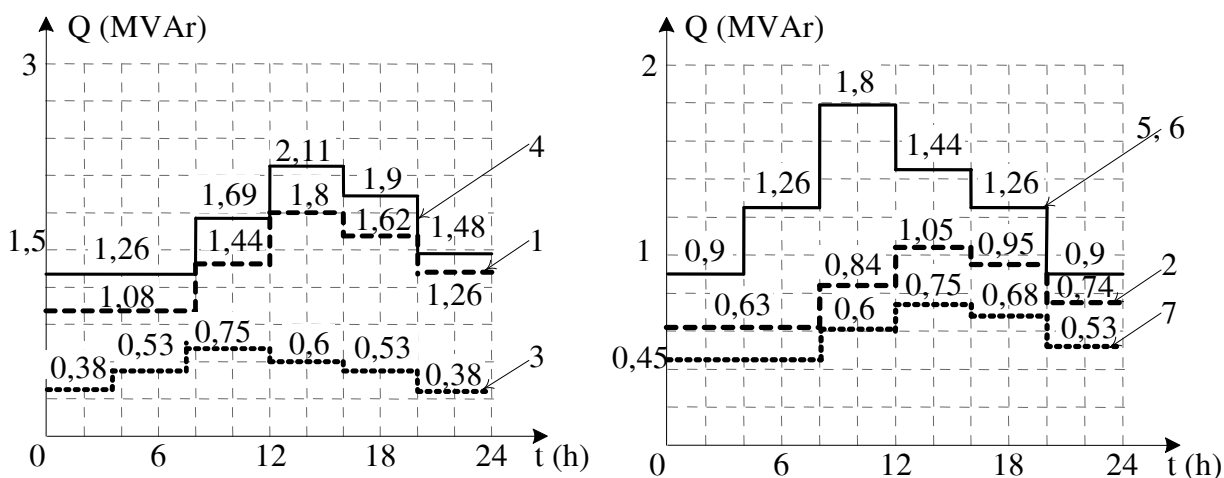
Khu công nghiệp có 7 phụ tải. Số liệu của các phụ tải trình bày ở Bảng 4.1. Các thông số tính toán của các phụ tải trình bày ở Bảng 4.2.

Bảng 4.2. Thông số tính toán của các phụ tải.

Phụ tải	1	2	3	4	5	6	7
P_{\max} (MW)	2,4	1,7	0,8	3,4	2,4	2,4	0,8
P_{\min} (MW)	1,44	1,02	0,4	2,04	1,2	1,2	0,48
Q_{\max} (MVar)	1,8	1,05	0,75	2,1	1,8	1,8	0,75
Q_{\min} (MVar)	1,08	0,63	0,38	1,26	0,9	0,9	0,45
$T_{\max} = \frac{\sum P_i t_i}{P_{\max}} \cdot 365$ (h)	6716	6716	6132	6716	6132	6132	6716
$\tau = (0,124 + T_{\max} \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760$ (h)	5545	5545	4760	5545	4760	4760	5545



Hình 4.2. Đồ thị phụ tải các hộ tiêu thụ theo P.



Hình 4.3. Đồ thị phụ tải các hộ tiêu thụ theo Q.

4.2.3. CÂN BẰNG CÔNG SUẤT TRONG HỆ THỐNG ĐIỆN

1. Cân bằng công suất tác dụng

Phương trình cân bằng công suất tác dụng trong chế độ phụ tải cực đại có dạng:

$$P_{HT} = P_{pt\Sigma}$$

$$P_{pt\Sigma} = m \sum P_{max} + \sum \Delta P + P_{dt}$$

Ở đây:

P_{HT} - công suất tác dụng cung cấp từ hệ thống (MW);

$P_{pt\Sigma}$ - công suất tác dụng phụ tải của mạng điện có kể đến phát triển tương lai (MW);

m - hệ số đồng thời xuất hiện các phụ tải cực đại ($m = 0,8$);

$\sum P_{max}$ - tổng công suất tác dụng của các phụ tải ở chế độ tải cực đại (MW), được xác định theo bảng 8.2: $\sum P_{max} = 13,9 \text{ MW}$

$\sum \Delta P$ - tổng tổn thất trong mạng điện (MW), khi tính sơ bộ có thể lấy:

$$\sum \Delta P = 5\% \sum P_{max} = 0,05 \times 13,9 = 0,7 \text{ MW}$$

P_{dt} - công suất tác dụng dự trữ cho phát triển tương lai (MW);

$$P_{dt} = 10\% \sum P_{\max} = 0,1 \times 13,9 = 1,39 \text{ MW}$$

Như vậy, trong chế độ phụ tải cực đại, công suất tác dụng của hệ thống cần cung cấp cho các phụ tải:

$$P_{HT} = P_{pt\Sigma} = 0,8 \times 13,9 + 0,7 + 1,39 = 13,21 \text{ MW}$$

2. Cân bằng công suất phản kháng

Phương trình cân bằng công suất phản kháng có dạng:

$$Q_{HT} + Q_b = Q_{pt\Sigma}$$

$$Q_{pt\Sigma} = m \sum Q_{\max} + \sum \Delta Q_L + \sum \Delta Q_{BA} + Q_{dt}$$

Ở đây:

Q_{HT} - công suất phản kháng do hệ thống cung cấp (MVar);

$$Q_{HT} = P_{HT} \cdot \text{tg} \varphi_{HT} = 13,21 \times 0,62 = 8,19 \text{ MVar}$$

Q_b - công suất phản kháng của các thiết bị bù (MVar);

$Q_{pt\Sigma}$ - công suất phản kháng phụ tải tổng của mạng điện có kể đến phát triển tương lai (MVar);

m - hệ số đồng thời xuất hiện các phụ tải cực đại ($m = 0,8$);

$\sum Q_{\max}$ - tổng công suất phản kháng tiêu thụ của các phụ tải ở chế độ tải cực đại (MVar), được xác định theo bảng 8.2: $\sum Q_{\max} = 10,05 \text{ MVar}$

$\sum \Delta Q_L$ - tổng tổn thất công suất phản kháng trong cảm kháng của các đường dây trong mạng điện (MVar), khi tính sơ bộ lấy:

$$\sum \Delta Q_L = 5\% \sum Q_{\max} = 0,05 \cdot 10,05 = 0,50 \text{ MVar}$$

$\sum \Delta Q_{BA}$ - tổng tổn thất công suất phản kháng trong các trạm biến áp, khi tính sơ bộ lấy:

$$\sum \Delta Q_{BA} = 15\% \sum Q_{\max} = 0,15 \cdot 10,05 = 1,51 \text{ MVar}$$

Q_{dt} - công suất phản kháng dự trữ cho phát triển tương lai (MVar);

$$Q_{dt} = 5\% \sum Q_{\max} = 0,05 \cdot 10,05 = 0,50 \text{ MVar}$$

Như vậy, công suất phản kháng phụ tải tổng của mạng điện có kể đến phát triển trong tương lai:

$$Q_{pt\Sigma} = 0,8 \times 10,05 + 0,50 + 1,51 + 0,50 = 10,55 \text{ MVar}$$

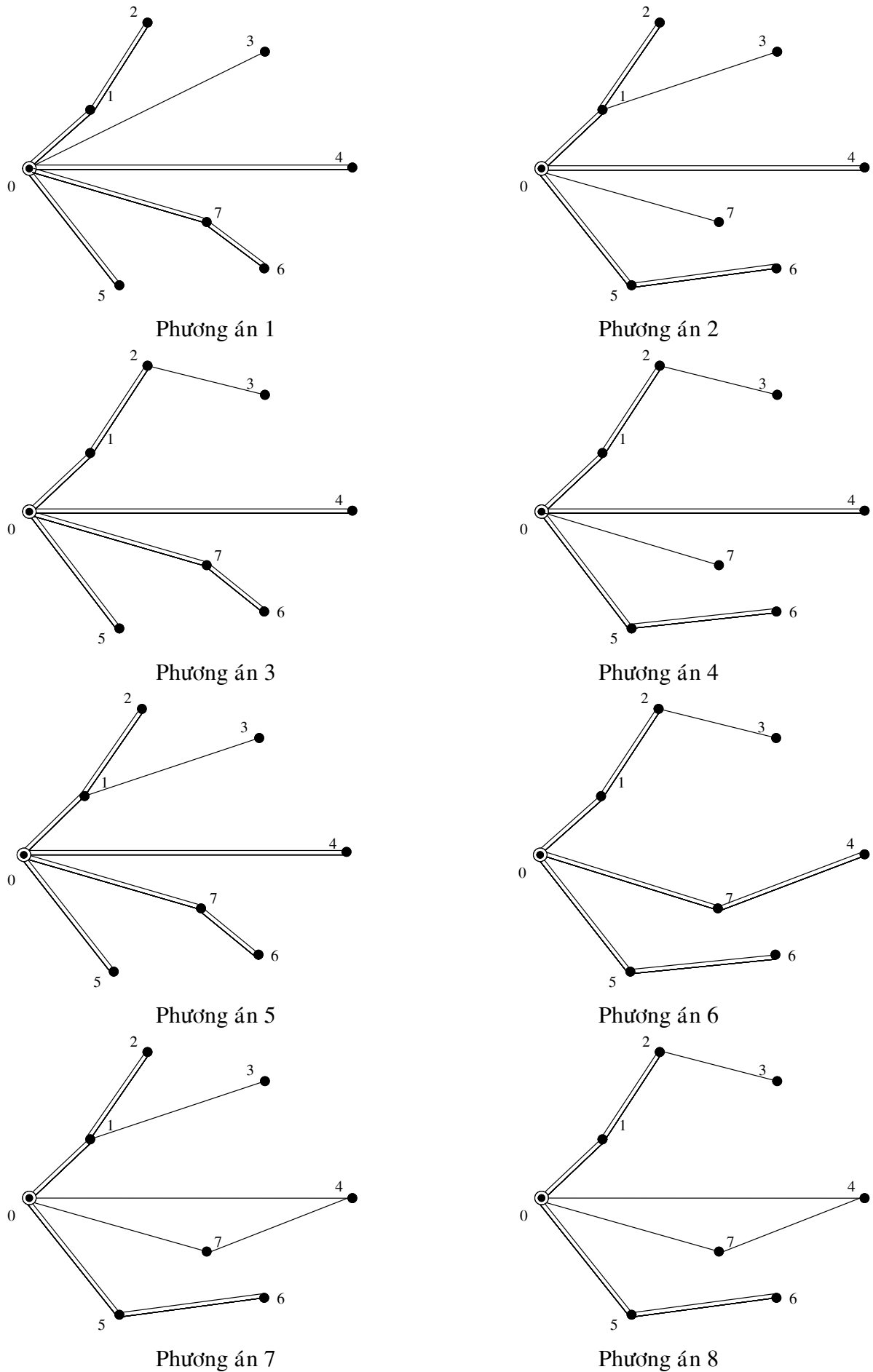
Từ các kết quả tính toán trên nhận thấy rằng, công suất phản kháng do nguồn cung cấp nhỏ hơn công suất phản kháng tiêu thụ. Vì vậy, cần phải bù công suất phản kháng trong mạng điện thiết kế.

Dung lượng bù sơ bộ:

$$Q_b = Q_{pt\Sigma} - Q_{HT} = 10,55 - 8,19 = 2,36 \text{ MVar}$$

4.2.4. VẠCH RA CÁC PHƯƠNG ÁN ĐI DÂY

Các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật của mạng điện phụ thuộc rất nhiều vào phương án đi dây. Vì vậy, phương án đi dây được lựa chọn cần có các chi phí nhỏ nhất, đảm bảo độ tin cậy cung cấp điện cần thiết và chất lượng điện năng theo yêu cầu của các hộ tiêu thụ, thuận tiện và an toàn trong vận hành, khả năng phát triển trong tương lai và tiếp nhận các phụ tải mới. Trên cơ sở phân tích những đặc điểm của nguồn cung cấp và các phụ tải, cũng như vị trí của chúng, có 8 phương án đi dây dự kiến như sau (Hình 4.4).



Hình 4.4. Các phương án đi dây.

4.2.5. TÍNH TOÁN PHÂN BỐ CÔNG SUẤT

Mục đích của việc tính phân bố công suất là xác định dòng công suất chạy trên các đoạn lưới. Đối với phương án hình tia, công suất trên các đoạn lưới tìm được bằng phương pháp cộng dồn thị phụ tải $P_i(t)$ và $Q_i(t)$.

Kết quả tính toán phân bố công suất của các phương án trình bày ở Bảng 4.3.

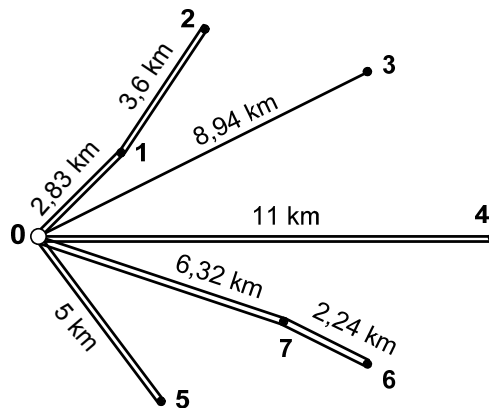
Bảng 4.3. Phân bố công suất trong các đoạn lưới.

Phương án 1								
Đoạn lưới	0 – 1	1 – 2	0 – 3	0 – 4	0 – 5	0 – 7	7 – 6	
P_{ij} (MW)	4,1	1,7	0,8	3,4	2,4	3,04	2,4	
Q_{ij} (MVA _r)	2,85	1,05	0,75	2,1	1,8	2,4	1,8	
S_{ij} (MVA)	4,99	2	1	4	3	3,87	3	
Phương án 2								
Đoạn lưới	0 – 1	1 – 2	1 – 3	0 – 4	0 – 7	0 – 5	5 – 6	
P_{ij} (MW)	4,74	1,7	0,8	3,4	0,8	4,8	2,4	
Q_{ij} (MVA _r)	3,45	1,05	0,75	2,1	0,75	3,6	1,8	
S_{ij} (MVA)	5,86	2	1	4	1	6	3	
Phương án 3								
Đoạn lưới	0 – 1	1 – 2	2 – 3	0 – 4	0 – 5	0 – 7	7 – 6	
P_{ij} (MW)	4,74	2,34	0,8	3,4	2,4	3,04	2,4	
Q_{ij} (MVA _r)	3,45	1,65	0,75	2,1	1,8	2,4	1,8	
S_{ij} (MVA)	5,86	2,86	1	4	3	3,87	3	
Phương án 4								
Đoạn lưới	0 – 1	1 – 2	2 – 3	0 – 4	0 – 7	0 – 5	5 – 6	
P_{ij} (MW)	4,74	2,34	0,8	3,4	0,8	4,8	2,4	
Q_{ij} (MVA _r)	3,45	1,65	0,75	2,1	0,75	3,6	1,8	
S_{ij} (MVA)	5,86	2,86	1	4	1	6	3	
Phương án 5								
Đoạn lưới	0 – 1	1 – 2	1 – 3	0 – 4	0 – 5	0 – 7	7 – 6	
P_{ij} (MW)	4,74	1,7	0,8	3,4	2,4	3,04	2,4	
Q_{ij} (MVA _r)	3,45	1,05	0,75	2,1	1,8	2,4	1,8	
S_{ij} (MVA)	5,86	2	1	4	3	3,87	3	
Phương án 6								
Đoạn lưới	0 – 1	1 – 2	2 – 3	0 – 7	7 – 4	0 – 5	5 – 6	
P_{ij} (MW)	4,74	2,34	0,8	4,2	3,4	4,8	2,4	
Q_{ij} (MVA _r)	3,45	1,65	0,75	2,85	2,1	3,6	1,8	
S_{ij} (MVA)	5,86	2,86	1	5,08	4	6	3	
Phương án 7								
Đoạn lưới	0 – 1	1 – 2	1 – 3	0 – 7	7 – 4	0 – 4	0 – 5	5 – 6
P_{ij} (MW)	4,74	1,7	0,8	2,22	1,42	1,98	4,8	2,4
Q_{ij} (MVA _r)	3,45	1,05	0,75	1,56	0,81	1,29	3,6	1,8
S_{ij} (MVA)	5,86	2	1	2,71	1,64	2,36	6	3
Phương án 8								
Đoạn lưới	0 – 1	1 – 2	2 – 3	0 – 7	7 – 4	0 – 4	0 – 5	5 – 6
P_{ij} (MW)	4,74	2,34	0,8	2,22	1,42	1,98	4,8	2,4
Q_{ij} (MVA _r)	3,45	1,65	0,75	1,56	0,81	1,29	3,6	1,8
S_{ij} (MVA)	5,86	2,86	1	2,71	1,64	2,36	6	3

4.2.6. SƠ BỘ SO SÁNH CÁC PHƯƠNG ÁN VỀ MẶT KINH TẾ

Để sơ bộ so sánh các phương án về mặt kinh tế, có thể dựa vào momen phụ tải $\sum P_i l_i$. Phương án hợp lý về mặt kinh tế là phương án có $\sum P_i l_i \rightarrow \min$.

1. Phương án 1



Hình 4.5. Sơ đồ mạng điện phương án 1.

Tổng momen phụ tải của phương án 1:

$$\begin{aligned} \sum P_i l_i &= P_{01} l_{01} + P_{12} l_{12} + P_{03} l_{03} + P_{04} l_{04} + P_{07} l_{07} + P_{76} l_{76} + P_{05} l_{05} \\ &= 4,1 \times 2,83 + 1,7 \times 3,6 + 0,8 \times 8,94 + 3,4 \times 11 + 3,04 \times 6,32 + 2,4 \times 2,24 + 2,4 \times 5 \\ &= 98,86 \text{ (MW.km)} \end{aligned}$$

Tương tự tính cho các phương án còn lại. Kết quả tính toán trình bày ở bảng 8.4.

Bảng 4.4. Momen phụ tải của các phương án.

Phương án	1	2	3	4	5	6	7	8
$\sum P_i l_i$, MW.km	98,86	103,29	99,12	103,83	98,58	106,24	104,29	104,84

Từ các kết quả tính toán ở Bảng 8.4, chọn ba phương án 1, 3 và 5 để tiến hành so sánh chi tiết kinh tế - kỹ thuật.

4.2.7. CHỌN CẤP ĐIỆN ÁP PHÂN PHỐI CỦA MẠNG ĐIỆN

Điện áp định mức của mạng điện ảnh hưởng chủ yếu đến các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật, cũng như các đặc trưng kỹ thuật của mạng điện.

Điện áp định mức của mạng điện phụ thuộc vào nhiều yếu tố: công suất của phụ tải, khoảng cách giữa các phụ tải và nguồn cung cấp, sơ đồ mạng điện, ...

Có thể tính điện áp định mức của đường dây theo công thức kinh nghiệm sau:

$$U_n = 4,34\sqrt{l + 16.P} \text{ , kV}$$

Ở đây:

l - khoảng cách truyền tải, km;

P - công suất truyền tải trên đường dây, MW.

Kết quả tính điện áp tính toán cho các đoạn lưới và chọn điện áp định mức cho mạng điện của các phương án trình bày ở Bảng 4.5.

Bảng 4.5. Điện áp tính toán và điện áp định mức của mạng điện.

Phương án 1							
Đoạn lưới	0 – 1	1 – 2	0 – 3	0 – 4	0 – 5	0 – 7	7 – 6
P_{ij} (MW)	4,1	1,7	0,8	3,4	2,4	3,04	2,4
l_{ij} (km)	2,83	3,60	8,94	11,0	5	6,32	2,24
U_{tt}(kV)	35,9	24,1	20,2	35,1	28,6	32,2	27,7
U_{dm}(kV)	22						
Phương án 3							
Đoạn lưới	0 – 1	1 – 2	2 – 3	0 – 4	0 – 5	0 – 7	7 – 6
P_{ij} (MW)	4,74	2,34	0,8	3,4	2,4	3,04	2,4
l_{ij} (km)	2,83	3,60	4,12	11,0	5	6,32	2,24
U_{tt}(kV)	38,5	27,8	17,9	35,1	28,6	32,2	27,7
U_{dm}(kV)	22						
Phương án 5							
Đoạn lưới	0 – 1	1 – 2	1 – 3	0 – 4	0 – 5	0 – 7	7 – 6
P_{ij} (MW)	4,74	1,7	0,8	3,4	2,4	3,04	2,4
l_{ij} (km)	2,83	3,60	6,32	11,0	5	6,32	2,24
U_{tt}(kV)	38,5	24,1	18,98	35,1	28,6	32,2	27,7
U_{dm}(kV)	22						

4.2.8. CHỌN LOẠI DÂY DẪN VÀ TIẾT DIỆN DÂY DẪN

Mạng điện 22 kV thường là các đường dây trên không. Dây dẫn được sử dụng là dây nhôm lõi thép xoắn (As). Các dây dẫn thường đặt trên các sứ, xà đỡ, gá đặt trên cột bê tông cốt thép hay cột thép tùy theo loại cột (cột trung gian, cột néo, cột góc, cột cuối, ...) và địa hình đường dây đi qua. Đối với đường dây 22 kV, khoảng cách trung bình hình học giữa dây dẫn các pha bằng 2 m, khoảng vượt từ 40 ÷ 50 m.

Đối với mạng phân phối trung áp, tiết diện dây dẫn được chọn theo mật độ dòng điện kinh tế.

1. Phương án 1

Chọn tiết diện dây dẫn của đoạn lưới 0 – 1

Dòng điện chạy trên đoạn lưới ở chế độ tải cực đại:

$$I_{lv\max 0-1} = \frac{S_{\max 0-1}}{2\sqrt{3}U_{dm}} 10^3 = \frac{\sqrt{4,1^2 + 2,85^2}}{2\sqrt{3} \cdot 22} 10^3 = 65,5 \text{ A}$$

Với dây nhôm lõi thép, $T_{\max} = 6716 \text{ h}$, tra bảng ta được $J_{ktế} = 1,0 \text{ A/mm}^2$.

Tiết diện dây dẫn:

$$F_{0-1} = \frac{I_{lv\max 0-1}}{J_{ktế}} = \frac{65,5}{1,0} = 65,5 \text{ mm}^2$$

Chọn dây nhôm lõi thép xoắn do CADIVI sản xuất mã hiệu As 70/11, $I_{cp} = 265 \text{ A}$,

$r_0 = 0,4218 \text{ } \Omega/\text{km}$, $x_0 = 0,382 \text{ } \Omega/\text{km}$, nhiệt độ môi trường xung quanh tiêu chuẩn là 25°C .

Điện trở và điện kháng của đoạn lưới:

$$R = \frac{1}{n} r_0 l = \frac{1}{2} 0,4218 \cdot 2,83 = 0,6 \text{ } \Omega$$

$$X = \frac{1}{n} x_0 l = \frac{1}{2} 0,382 \cdot 2,83 = 0,54 \text{ } \Omega$$

Sau khi chọn tiết diện tiêu chuẩn cần kiểm tra dòng điện chạy trên đoạn lưới trong chế độ sự cố. Đối với đoạn lưới 0 – 1, sự cố có thể xảy ra là ngừng 1 mạch trên đường dây.

Dòng điện chạy trên mạch còn lại:

$$I_{\max 0-1} = 2I_{lv \max 0-1} = 2 \times 65,5 = 131 \text{ A} < K.I_{cp} = 0,88.265 = 233,2 \text{ A}$$

Chọn tiết diện dây dẫn của đoạn lưới 0 – 3

Dòng điện chạy trên đoạn lưới ở chế độ tải cực đại:

$$I_{lv \max 0-3} = \frac{S_{\max 0-3}}{\sqrt{3}U_{dm}} 10^3 = \frac{\sqrt{0,8^2 + 0,75^2}}{\sqrt{3}.22} 10^3 = 28,8 \text{ A}$$

Với dây nhôm lõi thép, $T_{\max} = 6132 \text{ h}$, tra bảng ta được $J_{ktế} = 1,0 \text{ A/mm}^2$.

Tiết diện dây dẫn:

$$F_{0-3} = \frac{I_{lv \max 0-3}}{J_{ktế}} = \frac{28,8}{1,0} = 28,8 \text{ mm}^2$$

Chọn dây nhôm lõi thép xoắn do CADIVI sản xuất mã hiệu As 35/6,2 có

$I_{cp} = 175 \text{ A}$, $r_0 = 0,7774 \text{ } \Omega/km$, $x_0 = 0,403 \text{ } \Omega/km$.

Tương tự chọn dây dẫn cho các đoạn lưới còn lại. Kết quả chọn dây dẫn cho phương án 1 trình bày ở Bảng 4.8.

Bảng 4.8. Thông số của các đường dây trong mạng điện.

Đoạn lưới	I_{bt} (A)	F_{tt} (mm ²)	F_{tc} (mm ²)	I_{cp} (A)	I_{\max} (A)	l (km)	r_0 (Ω/km)	x_0 (Ω/km)	R (Ω)	X (Ω)
0 – 1	65,5	65,5	70	265	131	2,83	0,4218	0,382	0,60	0,54
1 – 2	26,2	26,2	35	175	52,4	3,60	0,7774	0,403	1,40	0,73
0 – 3	28,8	28,8	35	175	-	8,94	0,7774	0,403	6,95	3,60
0 – 4	52,4	52,4	70	265	104,8	11	0,4218	0,382	2,32	2,10
0 – 5	39,4	39,4	40	185	78,8	5	0,7172	0,399	1,80	1,00
0 – 7	50,8	50,8	70	265	101,6	6,32	0,4218	0,382	1,33	1,21
7 – 6	39,4	39,4	40	185	78,8	2,24	0,7172	0,399	0,80	0,45

Tính tổn thất điện áp trong mạng điện

Kết quả tính tổn thất điện áp của mạng điện trong phương án 1 trình bày ở Bảng 4.9.

Bảng 4.9. Tổn thất điện áp trên các đoạn lưới

Đoạn lưới	ΔU_{bt} (%)	ΔU_{sc} (%)
0 – 1	0,82	1,64
1 – 2	0,65	1,30
0 – 3	1,71	1,71
0 – 4	2,54	5,08
0 – 5	1,26	2,52
0 – 7	1,44	2,88
7 – 6	0,56	1,12

Từ kết quả trong Bảng 4.9, tổn thất điện áp lớn nhất của mạng điện trong phương án 1:

$$\Delta U_{bt \max} \% = \Delta U_{0-4bt} \% = 2,54\%$$

Tổn thất điện áp lớn nhất khi sự cố:

$$\Delta U_{sc \max} \% = \Delta U_{0-4sc} \% = 5,08\%$$

2. Phương án 3

Kết quả lựa chọn dây dẫn của phương án 3 được trình bày ở Bảng 4.10 và 4.11.

Bảng 4.10. Thông số của các đường dây trong mạng điện.

Đoạn lưới	I_{bt} (A)	F_{tt} (mm ²)	F_{tc} (mm ²)	I_{cp} (A)	I_{max} (A)	l (km)	r_0 (Ω/km)	x_0 (Ω/km)	R (Ω)	X (Ω)
0 – 1	76,9	76,9	95	300	153,8	2,83	0,3007	0,371	0,43	0,53
1 – 2	37,6	37,6	40	185	75,2	3,60	0,7172	0,399	1,29	0,72
2 – 3	28,8	28,8	35	175	28,8	4,12	0,7774	0,403	3,20	1,66
0 – 4	52,4	52,4	70	265	104,8	11	0,4218	0,382	2,32	2,10
0 – 5	39,4	39,4	40	185	78,8	5	0,7172	0,399	1,80	1,00
0 – 7	50,8	50,8	70	265	101,6	6,32	0,4218	0,382	1,33	1,21
7 – 6	39,4	39,4	40	185	78,8	2,24	0,7172	0,399	0,80	0,45

Bảng 4.11. Tổn thất điện áp trên các đoạn lưới

Đoạn lưới	ΔU_{bt} (%)	ΔU_{sc} (%)
0 – 1	0,79	1,58
1 – 2	0,87	1,74
2 – 3	0,79	0,79
0 – 4	2,54	5,08
0 – 5	1,26	2,52
0 – 7	1,44	2,88
7 – 6	0,56	1,12

Từ kết quả trong Bảng 8.11, tổn thất điện áp lớn nhất của mạng điện trong phương án 3:

$$\Delta U_{bt \max} \% = \Delta U_{0-4bt} \% = 2,54\%$$

Tổn thất điện áp lớn nhất khi sự cố:

$$\Delta U_{sc \max} \% = \Delta U_{0-4sc} \% = 5,08\%$$

3. Phương án 5

Kết quả lựa chọn dây dẫn của phương án 5 được trình bày ở Bảng 4.12 và 4.13.

Bảng 4.12. Thông số của các đường dây trong mạng điện.

Đoạn lưới	I_{bt} (A)	F_{tt} (mm ²)	F_{tc} (mm ²)	I_{cp} (A)	I_{max} (A)	l (km)	r_0 (Ω/km)	x_0 (Ω/km)	R (Ω)	X (Ω)
0 – 1	76,9	76,9	95	300	153,8	2,83	0,3007	0,371	0,43	0,53
1 – 2	26,2	26,2	35	175	52,4	3,60	0,7774	0,403	1,40	0,73
1 – 3	28,8	28,8	35	175	-	6,32	0,7774	0,403	4,91	2,55
0 – 4	52,4	52,4	70	265	104,8	11	0,4218	0,382	2,32	2,10
0 – 5	39,4	39,4	40	185	78,8	5	0,7172	0,399	1,80	1,00
0 – 7	50,8	50,8	70	265	101,6	6,32	0,4218	0,382	1,33	1,21
7 – 6	39,4	39,4	40	185	78,8	2,24	0,7172	0,399	0,80	0,45

Bảng 4.13. Tổn thất điện áp trên các đoạn lưới

Đoạn lưới	$\Delta U_{bt} (\%)$	$\Delta U_{sc} (\%)$
0 – 1	0,79	1,58
1 – 2	0,65	1,30
1 – 3	1,21	1,21
0 – 4	2,54	5,08
0 – 5	1,26	2,52
0 – 7	1,44	2,88
7 – 6	0,56	1,12

Từ kết quả trong Bảng 4.13, tổn thất điện áp lớn nhất của mạng điện trong phương án 5:

$$\Delta U_{bt \max} \% = \Delta U_{0-4bt} \% = 2,54\%$$

Tổn thất điện áp lớn nhất khi sự cố:

$$\Delta U_{sc \max} \% = \Delta U_{0-4sc} \% = 5,08\%$$

4.2.9. CHỌN PHƯƠNG ÁN ĐI DÂY HỢP LÝ VỀ KINH TẾ VÀ KỸ THUẬT

Chỉ tiêu kinh tế được sử dụng khi so sánh các phương án là chi phí tính toán hàng năm, được xác định theo biểu thức:

$$Z_{tt} = (a_{vh} + a_{tc})K_d + \Delta A.c$$

Ở đây:

a_{vh} - khấu hao hàng năm về hao mòn và phục vụ đối với các đường dây trong mạng điện, %.

Chọn $a_{vh} = 4\%$;

a_{tc} - hệ số hiệu quả của vốn đầu tư

$$a_{tc} = \frac{1}{T_{tc}} = 0,2 \quad (T_{tc} - \text{thời gian tiêu chuẩn thu hồi vốn } T_{tc} = 5 \text{ năm})$$

K_d - vốn đầu tư xây dựng đường dây, đ;

$$K_d = \sum nK_{0i}l_i$$

n - hệ số phụ thuộc vào số mạch của đường dây. Đối với đường dây hai mạch đặt trên cùng một cột $n = 1,6$;

l_i - chiều dài đường dây thứ i , km;

K_{0i} - giá thành 1 km đường dây một mạch, đ/km;

$$K_{0i} = K_1 + K_2$$

K_1 - giá thành của 1km đường dây không phụ thuộc vào tiết diện của dây dẫn, đ/km. Đối với mạng điện 22 kV, $K_1 = 24.10^6$ đ/km;

K_2 - giá thành của 1 km đường dây phụ thuộc vào tiết diện dây dẫn, đ/km;

$$K_2 = 3m.K_0$$

m - khối lượng 1 km đường dây, kg/km;

K_0 - giá thành 1 kg đường dây, $K_0 = 32.000$ đ/kg ;

ΔA - tổng tổn thất điện năng hàng năm, MW.h;

c - giá 1 kW.h điện năng tổn thất. $c = 1500$ đ/kWh.

1. Phương án 1

Vốn đầu tư xây dựng đoạn lưới 0 – 1

$$K_{d01} = 1,6K_{01}l_{01}$$

Trong đó: $l_{01} = 2,83$ km;

$$K_{01} = K_1 + K_2 = 24 \cdot 10^6 + 3.276.32 \cdot 10^3 = 50,496 \cdot 10^6 \text{ đ/km};$$

Vậy: $K_{01} = 1,6 \cdot 50,496 \cdot 10^6 \cdot 2,83 = 228,65 \cdot 10^6 \text{ đ}$

Kết quả tính vốn đầu tư xây dựng các đoạn lưới còn lại trình bày ở bảng 8.14.

Tổn thất công suất tác dụng trên đoạn lưới 0 – 1:

$$\Delta P = \frac{P_{01}^2 + Q_{01}^2}{U_{dm}^2} R_{01} = \frac{4,1^2 + 2,85^2}{22^2} \cdot 0,6 = 0,031 \text{ MW}$$

Tính tổn thất công suất trên các đoạn lưới còn lại được tính tương tự. Kết quả được trình bày ở bảng 8.14.

Tổn thất điện năng trên đoạn lưới 0 – 1:

$$\Delta A_{01} = \Delta P_{01} \cdot \tau_{01}$$

Thời gian sử dụng công suất cực đại

$$T_{\max 01} = \frac{P_1 T_{\max 1} + P_2 T_{\max 2}}{P_1 + P_2} = \frac{2,4 \cdot 6716 + 1,7 \cdot 6716}{2,4 + 1,7} = 6716 \text{ h}$$

$$\tau_{01} = (0,124 + T_{\max 01} \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 = 5545 \text{ h}$$

Vậy: $\Delta A_{01} = \Delta P_{01} \cdot \tau_{01} = 0,031 \cdot 5545 = 171,9 \text{ MWh}$

Kết quả tính tổn thất điện năng của các đoạn lưới còn lại được trình bày ở Bảng 4.14.

Bảng 4.14. Tổn thất điện năng và vốn đầu tư mạng điện.

Đoạn lưới	Ký hiệu dây	Trọng lượng dây, kg/km	l km	ΔP MW	τ H	ΔA MW.h	$K_d \cdot 10^6$ đ
0 – 1	As 70/11	276	2,83	0,0310	5545	171,9	228,65
1 – 2	As 35/6,2	148	3,6	0,0115	5545	64,04	220,08
0 – 3	As 35/6,2	148	8,94	0,0173	4760	82,35	341,58
0 – 4	As 70/11	276	11	0,0765	5545	424,19	888,73
0 – 5	As 40/6,7	161,3	5	0,0335	4760	159,46	315,88
0 – 7	As 70/11	276	6,32	0,0413	4951	204,48	510,62
7 – 6	As 40/6,7	161,3	2,24	0,0149	4760	70,92	141,51
Tổng						1177,34	2647,05

Các kết quả trong Bảng 4.14 cho thấy rằng, tổng tổn thất điện năng trong mạng điện:

$$\Delta A = 1177,34 \text{ MWh}$$

Tổng vốn đầu tư xây dựng đường dây của mạng điện:

$$K_d = 2647,05 \cdot 10^6 \text{ đ}$$

Chi phí tính toán hàng năm:

$$\begin{aligned} Z_u &= (a_{vh} + a_{lc}) K_d + \Delta A \cdot c \\ &= (0,04 + 0,2) 2647,05 \cdot 10^6 + 1177,34 \cdot 10^3 \cdot 1500 \\ &= 2401,302 \cdot 10^6 \text{ đ} \end{aligned}$$

2. Phương án 3

Kết quả tính toán của phương án 3 được trình bày ở Bảng 4.15.

Các kết quả trong Bảng 4.15 cho thấy rằng, tổng tổn thất điện năng trong mạng điện:

$$\Delta A = 1181,21 \text{ MWh}$$

Tổng vốn đầu tư xây dựng đường dây của mạng điện:

$$K_d = 2517,61 \cdot 10^6 \text{ đ}$$

Chi phí tính toán hàng năm:

$$\begin{aligned}
 Z_u &= (a_{vh} + a_{ic})K_d + \Delta A.c \\
 &= (0,04 + 0,2)2517,61.10^6 + 1181,21.10^3.1500 \\
 &= 2376,04.10^6 \text{ đ}
 \end{aligned}$$

Bảng 4.15. Tổn thất điện năng và vốn đầu tư mạng điện.

Đoạn lưới	Ký hiệu dây	Trọng lượng dây, kg/km	l km	ΔP MW	τ h	ΔA MW.h	$K_d.10^6$ đ
0 – 1	As 95/16	385	2,83	0,0310	5412	167,77	276,02
1 – 2	As 40/6,7	161,3	3,6	0,0220	5287	116,31	227,43
2 – 3	As 35/6,2	148	4,12	0,0080	4760	38,08	157,42
0 – 4	As 70/11	276	11	0,0765	5545	424,19	888,73
0 – 5	As 40/6,7	161,3	5	0,0335	4760	159,46	315,88
0 – 7	As 70/11	276	6,32	0,0413	4951	204,48	510,62
7 – 6	As 40/6,7	161,3	2,24	0,0149	4760	70,92	141,51
Tổng						1181,21	2517,61

3. Phương án 5

Kết quả tính toán của phương án 5 được trình bày ở Bảng 4.16.

Bảng 4.16. Tổn thất điện năng và vốn đầu tư mạng điện.

Đoạn lưới	Ký hiệu dây	Trọng lượng dây, kg/km	l km	ΔP MW	τ h	ΔA MW.h	$K_d.10^6$ đ
0 – 1	As 95/16	385	2,83	0,0310	5412	167,77	276,02
1 – 2	As 35/6,2	148	3,6	0,0115	5545	63,77	220,07
1 – 3	As 35/6,2	148	6,32	0,0120	4760	57,12	241,47
0 – 4	As 70/11	276	11	0,0765	5545	424,19	888,73
0 – 5	As 40/6,7	161,3	5	0,0335	4760	159,46	315,88
0 – 7	As 70/11	276	6,32	0,0413	4951	204,48	510,62
7 – 6	As 40/6,7	161,3	2,24	0,0149	4760	70,92	141,51
Tổng						1147,71	2594,3

Các kết quả trong Bảng 4.16 cho thấy rằng, tổng tổn thất điện năng trong mạng điện:

$$\Delta A = 1147,71 \text{ MWh}$$

Tổng vốn đầu tư xây dựng đường dây của mạng điện:

$$K_d = 2594,3.10^6 \text{ đ}$$

Chi phí tính toán hàng năm:

$$\begin{aligned}
 Z_u &= (a_{vh} + a_{ic})K_d + \Delta A.c \\
 &= (0,04 + 0,2)2594,3.10^6 + 1147,71.10^3.1500 \\
 &= 2344,2.10^6 \text{ đ}
 \end{aligned}$$

Các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật của cả 3 phương án so sánh được tổng hợp trong Bảng 4.17.

Bảng 4.17. Tổn thất điện áp và chi phí tính toán hàng năm của các phương án.

Các chỉ tiêu	Phương án		
	1	3	5
$\Delta U_{bt \max}, \%$	2,54	2,54	2,54
$\Delta U_{sc \max}, \%$	5,08	5,08	5,08
$Z_{tt} \cdot 10^6, \text{đ}$	2401,302	2376,04	2344,2

Từ các kết quả tính toán ở Bảng 4.17. Nhận thấy rằng phương án 5 là phương án tối ưu.

4.2.10. CHỌN SỐ LƯỢNG VÀ DUNG LƯỢNG MÁY BIẾN ÁP CỦA TRẠM TRUNG GIAN 110/22 kV

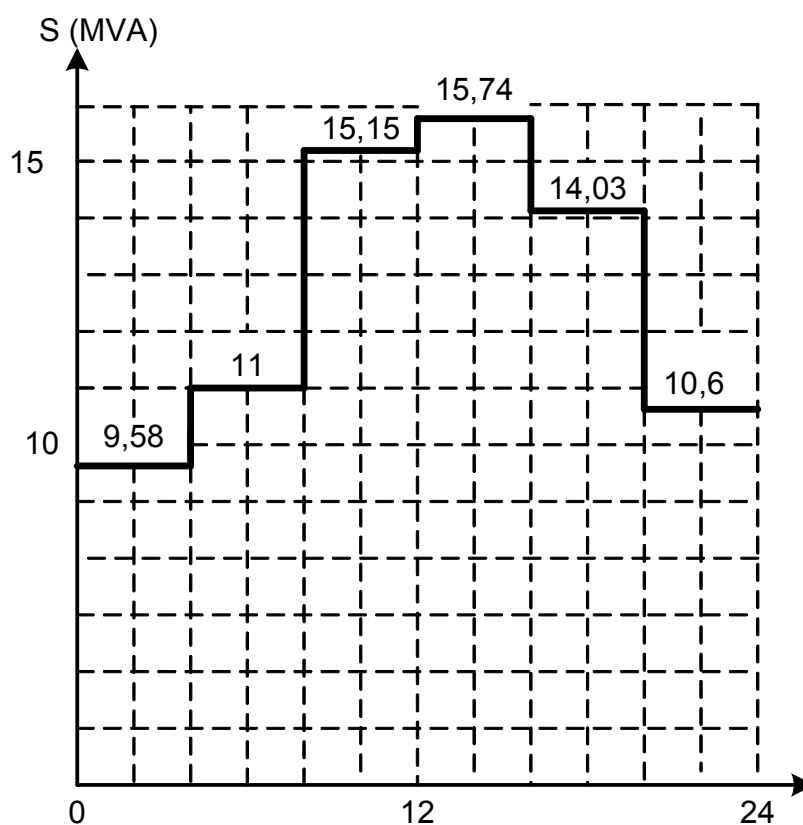
Khu công nghiệp có 7 phụ tải bao gồm cả phụ tải loại I, II và III. Vì vậy, để đảm bảo cung cấp điện cho các phụ tải này cần đặt hai máy biến áp trong trạm.

1. Quá tải thường xuyên của máy biến áp

Đối với trạm hai máy biến áp, ta không kiểm tra quá tải thường xuyên, vì hai máy biến áp làm việc song song nên lúc bình thường luôn non tải.

2. Quá tải sự cố của máy biến áp

Khi chọn công suất của máy biến áp cần xét đến khả năng quá tải của máy biến áp còn lại ở chế độ sau sự cố. Trong trường hợp sự cố một trong các máy biến áp, máy biến áp thứ hai cần đảm bảo toàn bộ công suất của các hộ tiêu thụ loại I và II.



Hình 4.6. Đồ thị phụ tải tổng của khu công nghiệp

Công suất của mỗi máy biến áp trong trạm n máy biến áp có thể xác định theo công thức:

$$S \geq \frac{S_{\max}}{k(n-1)}$$

Ở đây:

S_{\max} - phụ tải cực đại của trạm, MVA;

k - hệ số quá tải sự cố của máy biến áp. Nếu không có thông tin cụ thể, có thể chấp nhận 140% cho các máy biến áp Liên Xô với điều kiện thời gian như sau: quá tải không quá 5 ngày đêm, mỗi ngày quá tải không quá 6 giờ và 130% cho các máy của các hãng khác theo IEC 354;

n - số máy biến áp đặt trong trạm.

Đối với trạm có hai máy biến áp, công suất mỗi máy biến áp:

$$S \geq \frac{S_{\max}}{1,3(2-1)} = \frac{15,74}{1,3} = 12,11 \text{ MVA}$$

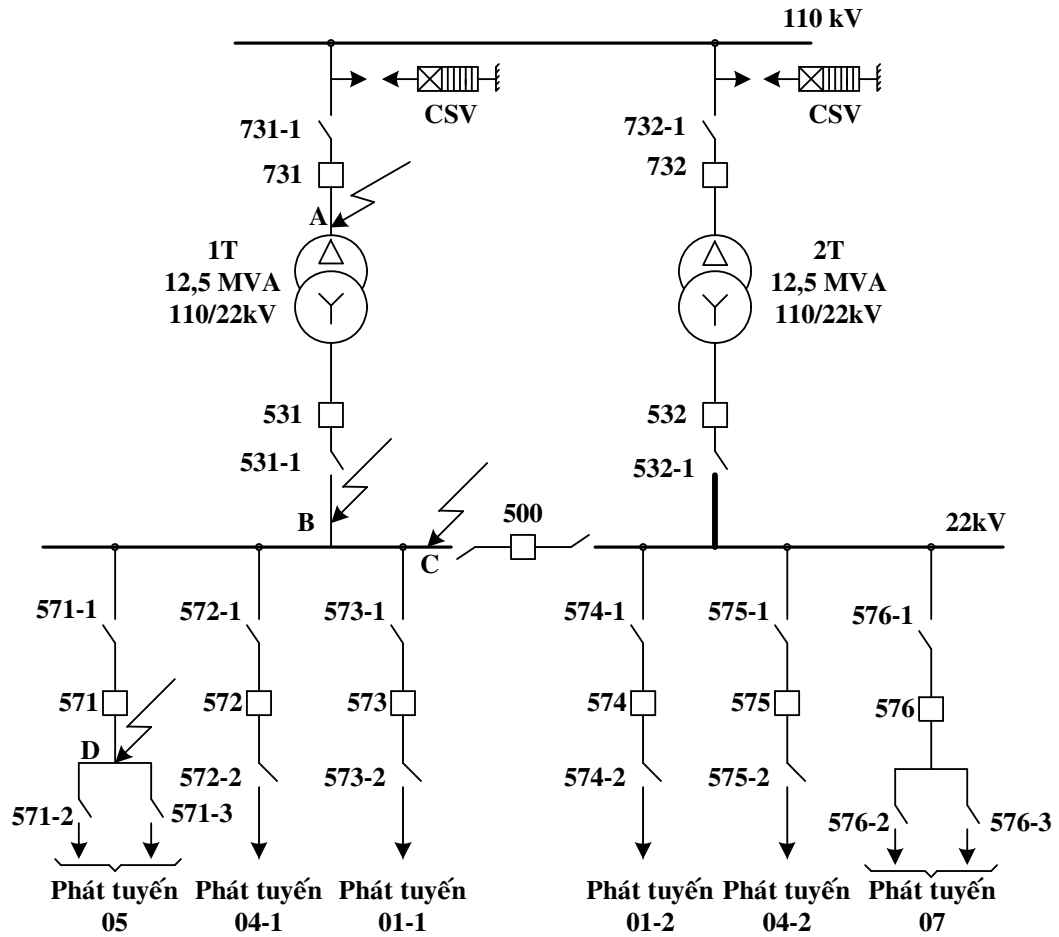
Chọn máy biến áp trung gian hai cuộn dây do Siemens chế tạo: $S_{\text{đm}} = 12,5 \text{ MVA}$.

$S_{\text{đm}}$ MVA	$U_{\text{đm}}$, kV		ΔP_0 kW	ΔP_n kW	I_0 %	U_n %	Kích thước, mm			Khối lượng, kg	
	cao	hạ					dài	rộng	cao	dầu	tổng
12,5	110	22	15	45	0,5	9,4	670 0	2700	4800	12500	43000

4.2.11. CHỌN SƠ ĐỒ NỐI DÂY TRẠM BIẾN ÁP TRUNG GIAN VÀ THIẾT BỊ ĐÓNG CẮT

4.2.11.0. Chọn sơ đồ nối dây trạm biến áp

Tùy theo yêu cầu của phụ tải mà chọn sơ đồ nối dây thích hợp, đảm bảo độ tin cậy cung cấp điện và điều kiện kinh tế. Đối với trạm 110/22 kV, thường sử dụng sơ đồ thanh góp có phân đoạn phía thứ cấp. Các lộ ra phía thứ cấp là đường dây trên không, do đó được trang bị loại máy cắt đặt ngoài trời (Hình 4.7).



Hình 4.7. Sơ đồ nối dây trạm trung gian 110/22 kV

4.2.11.1. Chọn thiết bị đóng cắt của trạm trung gian 110/22 kV**a. Chọn máy cắt điện và dao cách ly****Chọn máy cắt điện và dao cách ly phía điện áp 110 kV**

Dòng làm việc cực đại là dòng quá tải sự cố khi cắt một máy biến áp:

$$I_{lv\max} = \frac{1,3 \cdot S_{dmBA}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{1,3 \cdot 12,5 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 110} = 85,29 \text{ A}$$

Tính dòng ngắn mạch tại A

Trở kháng tương đương của mạng phía nguồn:

$$Z_{up} = \frac{U^2}{S_N}$$

Ở đây:

U - điện áp dây không tải của mạng điện, U = 110 kV;

S_N - công suất ngắn mạch phía nguồn, S_N = 5000 MVA.

$$Z_{up} = \frac{110^2}{5000} = 2,42 \text{ } \Omega$$

Điện trở và điện kháng phía nguồn có thể suy ra từ R_{up}/Z_{up} = 0,1:

$$R_{up} = 0,1 \cdot Z_{up} = 0,1 \cdot 2,42 = 0,24 \text{ } \Omega$$

$$X_{up} = 0,99 \cdot Z_{up} = 0,99 \cdot 2,42 = 2,4 \text{ } \Omega$$

Trở kháng của các thiết bị đóng cắt nhỏ hơn rất nhiều so với trở kháng phía nguồn. Vì vậy, có thể bỏ qua trở kháng của các máy cắt, dao cách ly.

Tổng trở tại điểm ngắn mạch A:

$$Z_A = \sqrt{R_A^2 + X_A^2} = Z_{up} = 2,42 \text{ } \Omega$$

Dòng ngắn mạch tại A:

$$I_{N-A} = \frac{U_{tb}}{\sqrt{3} \cdot Z_A}$$

Ở đây:

U_{tb} - điện áp trung bình của lưới điện, kV;

$$U_{tb} = 1,05 \cdot U_{dmLD} = 1,05 \cdot 110 = 115,5 \text{ kV}$$

Z_A - tổng trở ngắn mạch, Z_A = 2,42 Ω ;

$$I_{N-A} = \frac{115,5}{\sqrt{3} \cdot 2,42} = 27,55 \text{ kA}$$

Dòng ngắn mạch xung kích:

$$i_{xk} = \sqrt{2} k_{xk} \cdot I_N$$

Với $T_a = \frac{X_A}{\omega R_A} = \frac{2,4}{314 \cdot 0,24} = 0,032$, ta có: $k_{xk} = 1 + e^{\frac{-0,01}{T_a}} = 1 + e^{\frac{-0,01}{0,032}} = 1,73$

$$i_{xk} = \sqrt{2} \times 1,73 \times 27,55 = 67,4 \text{ kA}$$

Máy cắt được chọn theo các điều kiện sau:

- Điện áp định mức của máy cắt: $U_{dmMC} > U_{dm\text{ mạng}} = 110 \text{ kV}$.

- Dòng hiệu chỉnh của máy cắt: $I_r = k \cdot I_{dmMC} > I_{lv\max} = 85,29 \text{ A}$.

Với k là hệ số hiệu chỉnh theo cơ cấu ngắt:

$$k = 0,8 \div 1 \text{ (cơ cấu ngắt nhiệt)}.$$

$k = 0,5 \div 1$ (cơ cấu ngắt điện tử).

- Dòng cắt ngắn mạch định mức: $I_{c.\dot{d}m} > I'' = 27,55 \text{ kA}$.
- Dòng ổn định động định mức: $I_{\dot{d}.\dot{d}m} > i_{xk} = 67,4 \text{ kA}$.
- Dòng ổn định nhiệt định mức:

$$I_{nh.\dot{d}m} > I_{\infty} \sqrt{\frac{t_{qd}}{t_{nh.\dot{d}m}}}$$

Ở đây:

I_{∞} - dòng ngắn mạch ổn định, $I_{\infty} = I_N = I'' = 27,55 \text{ kA}$;

t_{qd} - thời gian qui đổi, có thể lấy bằng thời gian tồn tại ngắn mạch, tức là bằng thời gian cắt ngắn mạch, $t_{qd} = t_c = t_{bv} + t_{MC}$;

t_{bv} - thời gian tác động của bảo vệ rơle, $t_{bv} = 0,5s$ (cắt chậm);

t_{MC} - thời gian tác động của máy cắt, ms.

Đối với máy cắt có dòng định mức lớn hơn 1000 A, không cần kiểm tra điều kiện ổn định nhiệt.

Chọn máy cắt điện do ABB chế tạo

Loại máy cắt	$U_{\dot{d}m}$ (kV)	$I_{\dot{d}m}$ (A)	I_r (A)	$I_{c.\dot{d}m}$ (kA)	$I_{\dot{d}.\dot{d}m}$ (kA)	t_{MC} (s)	$U_{xung\ sét}$ (kV)
LTB G	123	1600	$0,8I_{\dot{d}m}$	31,5	100	2	550

Dao cách ly được chọn theo các điều kiện sau:

- Điện áp định mức của dao cách ly: $U_{\dot{d}mDCL} > U_{\dot{d}m\ m\ang} = 110 \text{ kV}$.
- Dòng điện định mức của dao cách ly: $I_{\dot{d}mDCL} > I_{lv\max} = 85,29 \text{ A}$.
- Dòng ổn định động định mức: $I_{\dot{d}.\dot{d}m} > i_{xk} = 67,4 \text{ kA}$.
- Dòng ổn định nhiệt định mức:

$$I_{nh.\dot{d}m} > I_{\infty} \sqrt{\frac{t_{qd}}{t_{nh.\dot{d}m}}}$$

Ở đây:

$I_{\infty} = I_N = I'' = 27,55 \text{ kA}$;

$t_{qd} = t_c = t_{bv} + t_{MC} = 0,5 + 2 = 2,5s$;

Đối với dao cách ly có dòng định mức lớn hơn 1000 A, không cần kiểm tra điều kiện ổn định nhiệt.

Chọn dao cách ly cao áp đặt ngoài trời do ABB chế tạo

Loại	$U_{\dot{d}m}$ (kV)	$I_{\dot{d}m}$ (A)	$I_{\dot{d}.\dot{d}m}$ (kA)
SGF 123n	123	1600	80

3. Chọn máy cắt điện và dao cách ly phía điện áp 22 kV

Chọn máy cắt và dao cách ly phía dưới máy biến áp

- Dòng điện làm việc cực đại:

$$I_{lv\max} = \frac{1,3.S_{\dot{d}mBA}}{\sqrt{3}.U_{\dot{d}m}} = \frac{1,3.12,5.10^3}{\sqrt{3}.22} = 426,45 \text{ A}$$

- Tính dòng ngắn mạch tại B

Các điện kháng và điện trở được tính ở phía điện áp cao phải được qui về phía điện áp thấp bằng cách nhân với bình phương tỉ số điện áp:

$$R_A^{22} = R_A^{110} \left(\frac{22}{110} \right)^2 = 0,24 \times 0,2^2 = 0,01 \Omega$$

$$X_A^{22} = X_A^{110} \left(\frac{22}{110} \right)^2 = 2,4 \times 0,2^2 = 0,1 \Omega$$

Trở kháng của máy biến áp:

$$R_{BA} = \frac{\Delta P_N \cdot U_{dm}^2}{S_{dm}^2} = \frac{45 \cdot 22^2}{12,5^2 \cdot 10^3} = 0,14 \Omega$$

$$X_{BA} = \frac{U_N \% \cdot U_{dm}^2}{S_{dm}} \cdot 10 = \frac{9,4 \cdot 22^2}{12,5 \cdot 10^3} \cdot 10 = 3,64 \Omega$$

Trở kháng của máy cắt và dao cách ly nhỏ hơn nhiều so với trở kháng của máy biến áp, do đó có thể bỏ qua khi tính tổng trở ngắn mạch.

Tổng trở tại điểm ngắn mạch B

$$R_B = R_A^{22} + R_{BA} = 0,01 + 0,14 = 0,15 \Omega$$

$$X_B = X_A^{22} + X_{BA} = 0,1 + 3,64 = 3,74 \Omega$$

$$Z_B = \sqrt{R_B^2 + X_B^2} = \sqrt{0,15^2 + 3,74^2} \approx 3,74 \Omega$$

Dòng ngắn mạch tại điểm ngắn mạch B:

$$I_{NB} = \frac{U_{tb}}{\sqrt{3} \cdot Z_B} = \frac{23,1}{\sqrt{3} \cdot 3,74} = 3,565 \text{ kA}$$

Dòng ngắn mạch xung kích:

$$i_{xk} = \sqrt{2} k_{xk} \cdot I_N$$

$$\text{Với } T_a = \frac{X_B}{\omega R_B} = \frac{3,74}{314 \cdot 0,15} = 0,079, \text{ ta có } k_{xk} = 1 + e^{\frac{-0,01}{T_a}} = 1 + e^{\frac{-0,01}{0,079}} = 1,88$$

$$i_{xk} = \sqrt{2} \times 1,88 \times 3,565 = 9,48 \text{ kA}$$

Máy cắt được chọn theo các điều kiện sau:

- Điện áp định mức của máy cắt: $U_{dmMC} > U_{dm mạng} = 22 \text{ kV}$.
- Dòng hiệu chỉnh của máy cắt: $I_r = k \cdot I_{dmMC} > I_{lvmax} = 426,45 \text{ A}$.
- Dòng cắt ngắn mạch định mức: $I_{c.dm} > I'' = 3,565 \text{ kA}$.
- Dòng ổn định động định mức: $I_{đ.dm} > i_{xk} = 9,48 \text{ kA}$.
- Dòng ổn định nhiệt định mức:

$$I_{nh.dm} > I_{\infty} \sqrt{\frac{t_{qd}}{t_{nh.dm}}}$$

Ở đây:

I_{∞} - dòng ngắn mạch ổn định, $I_{\infty} = I_N = I'' = 3,565 \text{ kA}$;

t_{qd} - thời gian qui đổi, có thể lấy bằng thời gian tồn tại ngắn mạch, tức là bằng thời gian cắt ngắn mạch, $t_{qd} = t_c = t_{bv} + t_{MC}$;

t_{bv} - thời gian tác động của bảo vệ rơle, $t_{bv} = 0,5 \text{ s}$ (cắt chậm);

t_{MC} - thời gian tác động của máy cắt, ms.

Đối với máy cắt có dòng định mức lớn hơn 1000 A, không cần kiểm tra điều kiện ổn định nhiệt.

Chọn máy cắt điện loại OHB do ABB chế tạo

Loại máy cắt	U_{dm} (kV)	I_{dm} (A)	I_r (A)	$I_{c.dm}$ (kA)	$I_{d.dm}$ (kA)	$I_{nh.dm, 3s}$ (kA)	t_{MC} (ms)	$U_{xung sét}$ (kV)
OHB 24	24	630	$0,8 \cdot I_{dm}$	31,5	63	31,5	80	150

Dao cách ly được chọn theo các điều kiện sau:

- Điện áp định mức của dao cách ly: $U_{dmDCL} > U_{dm \text{ mạng}} = 22 \text{ kV}$.
- Dòng điện định mức của dao cách ly: $I_{dmDCL} > I_{lvmax} = 426,45 \text{ A}$.
- Dòng ổn định động định mức: $I_{d.dm} > i_{xk} = 9,48 \text{ kA}$.
- Dòng ổn định nhiệt định mức:

$$I_{nh.dm} > I_{\infty} \sqrt{\frac{t_{qd}}{t_{nh.dm}}}$$

Ở đây:

$$I_{\infty} = I_N = I'' = 3,565 \text{ kA};$$

$$t_{qd} = t_c = t_{bv} + t_{MC} = 0,5 + 0,08 = 0,58s;$$

Chọn dao cách ly trung áp đặt ngoài trời do Công ty Thiết bị điện Đông Anh chế tạo

Loại	U_{dm} (kV)	I_{dm} (A)	$I_{d.dm}$ (kA)	$I_{nh.dm, 10s}$ (kA)
DN 24/630	24	600	30	10

Chọn máy cắt và dao cách ly phân đoạn:

- Dòng điện làm việc cực đại:

$$I_{lvmax} = \frac{1,3 \cdot S_{dmBA}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{1,3 \cdot 12,5 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 22} = 426,45 \text{ A}$$

- Tổng trở tại điểm ngắn mạch C

$$R_c = R_B = 0,15 \Omega$$

$$X_c = X_B = 3,74 \Omega$$

$$Z_c = \sqrt{R_c^2 + X_c^2} = \sqrt{0,15^2 + 3,74^2} = 3,74 \Omega$$

- Dòng ngắn mạch tại điểm ngắn mạch C trên thanh cái hạ áp 22 kV

$$I_{Nc} = \frac{U_{th}}{\sqrt{3} \cdot Z_c} = \frac{23,1}{\sqrt{3} \cdot 3,74} = 3,565 \text{ kA}$$

- Dòng ngắn mạch xung kích:

$$i_{xk} = \sqrt{2} k_{xk} \cdot I_N$$

$$\text{Với } T_a = \frac{X_c}{\omega R_c} = \frac{3,74}{314 \cdot 0,15} = 0,079, \text{ ta có } k_{xk} = 1 + e^{\frac{-0,01}{T_a}} = 1 + e^{\frac{-0,01}{0,079}} = 1,88$$

$$i_{xk} = \sqrt{2} \cdot 1,88 \cdot 3,565 = 9,48 \text{ kA}$$

Máy cắt được chọn theo các điều kiện sau:

- Điện áp định mức của máy cắt: $U_{dmMC} > U_{dm \text{ mạng}} = 22 \text{ kV}$.
- Dòng hiệu chỉnh của máy cắt: $I_r = k \cdot I_{dmMC} > I_{lvmax} = 426,45 \text{ A}$.
- Dòng cắt ngắn mạch định mức: $I_{c.dm} > I'' = 3,565 \text{ kA}$.
- Dòng ổn định động định mức: $I_{d.dm} > i_{xk} = 9,48 \text{ kA}$.
- Dòng ổn định nhiệt định mức:

$$I_{nh.đm} > I_{\infty} \sqrt{\frac{t_{qd}}{t_{nh.đm}}}$$

Ở đây:

I_{∞} - dòng ngắn mạch ổn định, $I_{\infty} = I_N = I'' = 3,565 \text{ kA}$;

t_{qd} - thời gian qui đổi, có thể lấy bằng thời gian tồn tại ngắn mạch, tức là bằng thời gian cắt ngắn mạch, $t_{qd} = t_c = t_{bv} + t_{MC}$;

t_{bv} - thời gian tác động của bảo vệ rơle, $t_{bv} = 0,5s$ (cắt chậm);

t_{MC} - thời gian tác động của máy cắt, ms.

Đối với máy cắt có dòng định mức lớn hơn 1000 A, không cần kiểm tra điều kiện ổn định nhiệt.

Chọn máy cắt điện loại OHB do ABB chế tạo

Loại máy cắt	$U_{đm}$ (kV)	$I_{đm}$ (A)	I_r (A)	$I_{c.đm}$ (kA)	$I_{đ.đm}$ (kA)	$I_{nh.đm, 3s}$ (kA)	t_{MC} (ms)	$U_{xung sét}$ (kV)
OHB 24	24	630	$0,8 \cdot I_{đm}$	31,5	63	31,5	60	150

Dao cách ly được chọn theo các điều kiện sau:

- Điện áp định mức của dao cách ly: $U_{đmDCL} > U_{đm \text{ mạng}} = 22 \text{ kV}$.
- Dòng điện định mức của dao cách ly: $I_{đmDCL} > I_{lvmax} = 426,45 \text{ A}$.
- Dòng ổn định động định mức: $I_{đ.đm} > i_{xk} = 9,48 \text{ kA}$.
- Dòng ổn định nhiệt định mức:

$$I_{nh.đm} > I_{\infty} \sqrt{\frac{t_{qd}}{t_{nh.đm}}}$$

Ở đây:

$$I_{\infty} = I_N = I'' = 3,565 \text{ kA} ;$$

$$t_{qd} = t_c = t_{bv} + t_{MC} = 0,5 + 0,06 = 0,56s ;$$

Chọn dao cách ly trung áp đặt ngoài trời do Công ty Thiết bị điện Đông Anh chế tạo

Loại	$U_{đm}$ (kV)	$I_{đm}$ (A)	$I_{đ.đm}$ (kA)	$I_{nh.đm, 10s}$ (kA)
DN 24/630	24	600	30	10

Chọn máy cắt và dao cách ly trên các phát tuyến của trạm:

- Dòng điện làm việc cực đại trên các phát tuyến được trình bày ở bảng 8.18.

Bảng 4.18. Dòng làm việc cực đại trên các phát tuyến.

Phát tuyến	0 – 1	0 – 4	0 – 7	0 – 5
I_{lvmax} (A)	153,8	104,8	101,6	78,8

Tổng trở ngắn mạch tại D:

$$R_D = \frac{R_B}{2} = \frac{0,15}{2} = 0,075\Omega$$

$$X_D = \frac{X_B}{2} = \frac{3,74}{2} = 1,87\Omega$$

$$Z_D = \sqrt{R_D^2 + X_D^2} = \sqrt{0,075^2 + 1,87^2} = 1,87\Omega$$

- Dòng ngắn mạch tại điểm ngắn mạch D:

$$I_{N D} = \frac{U_{tb}}{\sqrt{3} \cdot Z_D} = \frac{23,1}{\sqrt{3} \cdot 1,87} = 7,13 \text{ kA}$$

- Dòng ngắn mạch xung kích:

$$i_{xk} = \sqrt{2} k_{xk} \cdot I_N$$

Với $T_a = \frac{X_D}{\omega R_D} = \frac{1,87}{314 \cdot 0,075} = 0,079$, ta có $k_{xk} = 1 + e^{\frac{-0,01}{T_a}} = 1 + e^{\frac{-0,01}{0,079}} = 1,88$

$$i_{xk} = \sqrt{2} \cdot 1,88 \cdot 7,13 = 18,96 \text{ kA}$$

Máy cắt được chọn theo các điều kiện sau:

- Điện áp định mức của máy cắt: $U_{dmMC} > U_{dm \text{ mạng}} = 22 \text{ kV}$.
- Dòng hiệu chỉnh của máy cắt: $I_r = k \cdot I_{dmMC} > I_{lvmax}$.
- Dòng cắt ngắn mạch định mức: $I_{c.dm} > I'' = 7,13 \text{ kA}$.
- Dòng ổn định động định mức: $I_{đ.dm} > i_{xk} = 18,96 \text{ kA}$.
- Dòng ổn định nhiệt định mức:

$$I_{nh.dm} > I_{\infty} \sqrt{\frac{t_{qd}}{t_{nh.dm}}}$$

Ở đây:

I_{∞} - dòng ngắn mạch ổn định, $I_{\infty} = I_N = I'' = 7,13 \text{ kA}$;

t_{qd} - thời gian qui đổi, có thể lấy bằng thời gian tồn tại ngắn mạch, tức là bằng thời gian cắt ngắn mạch, $t_{qd} = t_c = t_{bv} + t_{MC}$;

t_{bv} - thời gian tác động của bảo vệ rơle, $t_{bv} = 0,5s$ (cắt chậm);

t_{MC} - thời gian tác động của máy cắt, ms.

Đối với máy cắt có dòng định mức lớn hơn 1000 A, không cần kiểm tra điều kiện ổn định nhiệt.

Chọn máy cắt điện loại VD4 do ABB chế tạo cho cả 4 phát tuyến.

Loại máy cắt	U_{dm} (kV)	I_{dm} (A)	I_r (A)	$I_{c.dm}$ (kA)	$I_{đ.dm}$ (kA)	$I_{nh.dm, 3s}$ (kA)	t_{MC} (ms)	$U_{xung \text{ sét}}$ (kV)
VD4 24	24	630	$0,8 \cdot I_{dm}$	16	40	16	50	125

Dao cách ly được chọn theo các điều kiện sau:

- Điện áp định mức của dao cách ly: $U_{dmDCL} > U_{dm \text{ mạng}} = 22 \text{ kV}$.
- Dòng điện định mức của dao cách ly: $I_{dmDCL} > I_{lvmax}$.
- Dòng ổn định động định mức: $I_{đ.dm} > i_{xk} = 18,96 \text{ kA}$.
- Dòng ổn định nhiệt định mức:

$$I_{nh.dm} > I_{\infty} \sqrt{\frac{t_{qd}}{t_{nh.dm}}}$$

Ở đây:

$I_{\infty} = I_N = I'' = 7,13 \text{ kA}$;

$t_{qd} = t_c = t_{bv} + t_{MC} = 0,5 + 0,05 = 0,55s$;

Chọn dao cách ly trung áp đặt ngoài trời do Công ty Thiết bị điện Đông Anh chế tạo cho cả 4 phát tuyến.

Loại	$U_{\text{đm}}$ (kV)	$I_{\text{đm}}$ (A)	$I_{\text{đ.đm}}$ (kA)	$I_{\text{nh.đm}}$, 10s (kA)
DN 24/200	24	200	23	8

b. Chọn thanh cái trạm trung gian 110/22 kV

Thanh cái được chọn theo dòng phát nóng cho phép và kiểm tra theo điều kiện ổn định động và ổn định nhiệt của dòng ngắn mạch.

4. Chọn thanh cái điện áp 110 kV

Dòng điện lớn nhất qua thanh cái là dòng quá tải khi cắt 1 máy biến áp:

$$I_{lv \max} = \frac{1,3 \cdot S_{\text{đmBA}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{đm}}} = \frac{1,3 \cdot 12,5 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 110} = 85,29 \text{ A}$$

Chọn thanh cái đồng M50 x 6 (mm²), có dòng cho phép $I_{\text{cp}} = 955 \text{ A}$ (nhiệt độ tiêu chuẩn của môi trường xung quanh là +25⁰C).

Kiểm tra điều kiện phát nóng:

$$K_1 K_2 K_3 I_{\text{cp}} \geq I_{lv \max}$$

Ở đây:

$K_1 = 0,95$ (thanh góp đặt ngang);

$K_2 = 1$ (sử dụng một thanh cái trên mỗi pha);

K_3 - hệ số hiệu chỉnh theo nhiệt độ môi trường, $K_3 = 0,88$

Vậy: $K_1 K_2 K_3 I_{\text{cp}} = 0,95 \cdot 1 \cdot 0,88 \cdot 955 = 798,38 \text{ A} \geq I_{lv \max} = 85,29 \text{ A}$

Kiểm tra điều kiện ổn định nhiệt

$$S_{\text{tc}} \geq S_{\text{odn}} = \alpha I_{\infty} \sqrt{t_{\text{qd}}}$$

Ở đây:

S_{tc} - tiết diện của thanh cái, $S_{\text{tc}} = 50 \times 6 = 300 \text{ mm}^2$;

α - hệ số phụ thuộc vào loại thanh cái, tra bảng 8-8, trang 280 - sách "Cung Cấp Điện" - Tác giả Nguyễn Xuân Phú. Đối với thanh cái bằng đồng $\alpha = 6$;

$I_{\infty} = I_N = I'' = 27,55 \text{ kA}$;

$t_{\text{qd}} = t_c = t_{\text{bv}} + t_{\text{MC}} = 0,5 + 2 = 2,5 \text{ s}$;

Vậy: $S_{\text{tc}} = 300 \text{ mm}^2 \geq S_{\text{odn}} = 6 \cdot 27,55 \sqrt{2,5} = 261,4 \text{ mm}^2$

Kiểm tra điều kiện ổn định động:

$$\sigma_{\text{cp}} \geq \sigma_{\text{tt}}$$

Ở đây:

$\sigma_{\text{cp}} = 1400 \text{ kG/cm}^2$ (thanh cái đồng);

σ_{tt} - ứng suất tính toán, xuất hiện trong thanh cái do tác động của lực điện động dòng ngắn mạch, kG/cm²;

- Lực tính toán do tác động của dòng ngắn mạch:

$$F_{\text{tt}} = 1,76 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{l}{a} \cdot i_{\text{sk}}^2, \text{ kG}$$

Ở đây:

l - khoảng cách giữa các sứ của 1 pha, $l = 50 \text{ cm}$;

a - khoảng cách giữa các pha, $a = 70 \text{ cm}$;

$$i_{xk} = 67,4 \text{ kA};$$

$$F_u = 1,76 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{50}{70} \cdot 67,4^2 = 57,1 \text{ kG}$$

- Momen uốn tính toán:

$$M = \frac{F_u \cdot l}{10} = \frac{57,1 \cdot 50}{10} = 285,5 \text{ kG.cm}$$

- Momen chống uốn của thanh cái hình chữ nhật:

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{5 \cdot 0,6^2}{6} = 0,3 \text{ cm}^3$$

- Ứng suất tính toán:

$$\sigma_u = \frac{M}{W} = \frac{285,5}{0,3} = 951,7 \text{ kG/cm}^2$$

$$\text{Vậy: } \sigma_{cp} = 1400 \text{ kG/cm}^2 \geq \sigma_u = 951,7 \text{ kG/cm}^2$$

Như vậy, chọn thanh cái đồng M50 x 6 (mm²) là thoả mãn.

5. Chọn thanh cái điện áp 22 kV

Dòng điện lớn nhất qua thanh cái là dòng quá tải khi cắt 1 máy biến áp:

$$I_{lv \max} = \frac{1,3 \cdot S_{dmBA}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{1,3 \cdot 12,5 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 22} = 426,45 \text{ A}$$

Chọn thanh cái đồng M30 x 5 (mm²), có dòng cho phép $I_{cp} = 625 \text{ A}$ (nhiệt độ tiêu chuẩn của môi trường xung quanh là +25⁰C).

Kiểm tra điều kiện phát nóng:

Ở đây:

$$K_1 = 0,95 \text{ (thanh góp đặt ngang);}$$

$$K_2 = 1 \text{ (sử dụng một thanh cái trên mỗi pha);}$$

$$K_3 - \text{hệ số hiệu chỉnh theo nhiệt độ môi trường, } K_3 = 0,88$$

$$K_1 K_2 K_3 I_{cp} = 0,95 \cdot 1 \cdot 0,88 \cdot 625 = 522,5 \text{ A} \geq I_{lv \max} = 426,45 \text{ A}$$

Kiểm tra điều kiện ổn định nhiệt:

$$I_\infty = I_N = I'' = 7,13 \text{ kA};$$

$$t_{qd} = t_c = t_{bv} + t_{MC} = 0,5 + 0,06 = 0,56 \text{ s};$$

$$S_{tc} = 150 \text{ mm}^2 \geq S_{\text{ổn}} = 6,7,13 \sqrt{0,56} = 32,01 \text{ mm}^2$$

Kiểm tra điều kiện ổn định động:

Ở đây:

$$l - \text{khoảng cách giữa các sứ của 1 pha, } l = 50 \text{ cm};$$

$$a - \text{khoảng cách giữa các pha, } a = 25 \text{ cm};$$

$$i_{xk} = 18,96 \text{ kA};$$

- Lực tính toán do tác động của dòng ngắn mạch:

$$F_u = 1,76 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{l}{a} \cdot i_{xk}^2, \text{ kG}$$

$$F_u = 1,76 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{50}{25} \cdot 18,96^2 = 12,65 \text{ kG}$$

- Momen uốn tính toán:

$$M = \frac{F_u \cdot l}{10} = \frac{12,65 \cdot 50}{10} = 63,25 \text{ kG.cm}$$

- Momen chống uốn của thanh cái hình chữ nhật:

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{3,0 \cdot 5^2}{6} = 0,125 \text{ cm}^3$$

- Ứng suất tính toán:

$$\sigma_{tt} = \frac{M}{W} = \frac{63,25}{0,125} = 506 \text{ kG/cm}^2$$

Vậy: $\sigma_{cp} = 1400 \text{ kG/cm}^2 \geq \sigma_{tt} = 506 \text{ kG/cm}^2$

Như vậy, chọn thanh cái đồng M30 x 5 (mm²) là thỏa mãn.

c. Chọn chống sét van

- Điện áp vận hành cực đại của hệ thống U_m :

Độ lệch điện áp cho phép theo quy định hiện nay $\Delta U = 5\%U_{dm}$, do vậy:

$$U_m = U_{dm} + \Delta U = 1,05 \cdot 110 = 115,5 \text{ kV}$$

- Xác định hệ số chạm đất K_e :

Hệ thống 3 dây, nối đất tổng trở nhỏ $K_e = 1,4$.

- Xác định giá trị quá điện áp tạm thời U_{TOV} :

$$U_{TOV\text{chống sét}} \geq U_{TOV\text{lưới}} = K_e \times \frac{U_m}{\sqrt{3}} = 1,4 \times \frac{115,5}{\sqrt{3}} = 93,36 \text{ kV}$$

- Xác định điện áp vận hành liên tục của chống sét U_c :

$$U_c \geq \frac{U_m}{\sqrt{3}} = \frac{115,5}{\sqrt{3}} = 66,68 \text{ kV}$$

Chọn chống sét van oxyt kim loại do ABB chế tạo:

- Loại: PEXLIM-Q.

- Điện áp định mức chống sét: $U_r = 129 \text{ kV}$.

- Điện áp làm việc liên tục lớn nhất: $U_c = 78 \text{ kV}$.

- Quá điện áp tạm thời: $U_{TOV} = 141 \text{ kV}$.

- Điện áp phóng điện cực đại khi có xung sét dạng sóng 8/20 μ s, dòng phóng điện định mức 10 kA: $U_{res} = 304 \text{ kV}$.

4.2.12. CHỌN SỐ LƯỢNG VÀ DUNG LƯỢNG MÁY BIẾN ÁP CỦA TRẠM PHÂN PHỐI 22/0,4 kV

Trạm 22/0,4 kV cung cấp cho hộ tiêu thụ 5.

Công suất của máy biến áp được chọn theo phương pháp công suất đẳng trị

$$S_{dt2} = \sqrt{\frac{3^2 \cdot 4}{4}} = 3 \text{ MVA}$$

$$S_{dt1} = \sqrt{\frac{2,4^2 \cdot 4 + 2,1^2 \cdot 4 + 1,5^2 \cdot 2}{10}} = 2,09 \text{ MVA}$$

Chọn sơ bộ máy biến áp của Công ty ABB có công suất 2500 kVA.

Hệ số phụ tải bậc 1:

$$K_1 = \frac{S_{dt1}}{S_{dm}} = \frac{2,09}{2,5} = 0,8$$

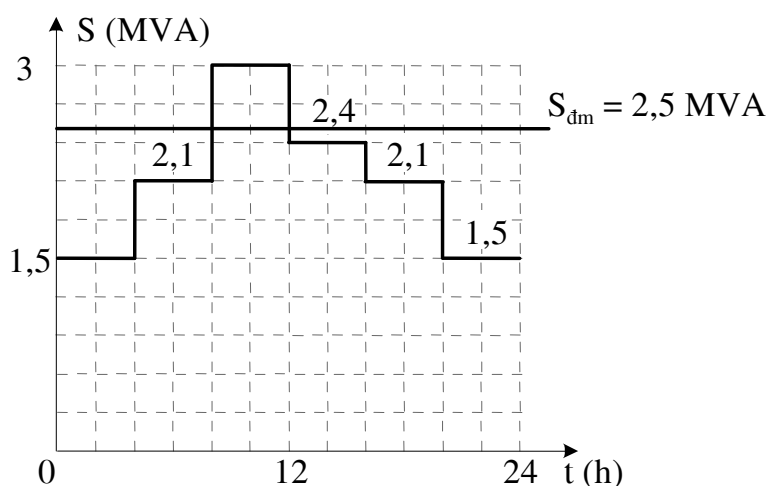
Hệ số phụ tải bậc 2:

$$K_2 = \frac{S_{dt2}}{S_{dm}} = \frac{3}{2,5} = 1,2$$

Với $K_1 = 0,8$ và $t_2 = 4h$, tra đường cong quá tải của máy biến áp ABB, ta có: $K_{2cp} = 1,11$.

Vì $K_2 > K_{2cp}$, nên máy biến áp đã chọn không thỏa điều kiện quá tải của biến áp. Chọn máy biến áp có công suất 3150 kVA, do công ty ABB chế tạo, phạm vi điều chỉnh điện áp $\pm 2 \times 2,5\%$.

S_{dm} , kVA	U_{dm} , kV	ΔP_0 , kW	ΔP_n , kW	I_0 , %	U_n , %	Khối lượng, kg	
						Dầu	Tổng
3150	22/0,4	3,5	25	0,8	6,35	1210	6250



Hình 4.8. Đồ thị phụ tải của hệ tiêu thụ 5.

Kiểm tra lại máy biến áp vừa chọn:

Hệ số phụ tải bậc 1:

$$K_1 = \frac{S_{dt1}}{S_{dm}} = \frac{2,09}{3,15} = 0,66$$

Hệ số phụ tải bậc 2:

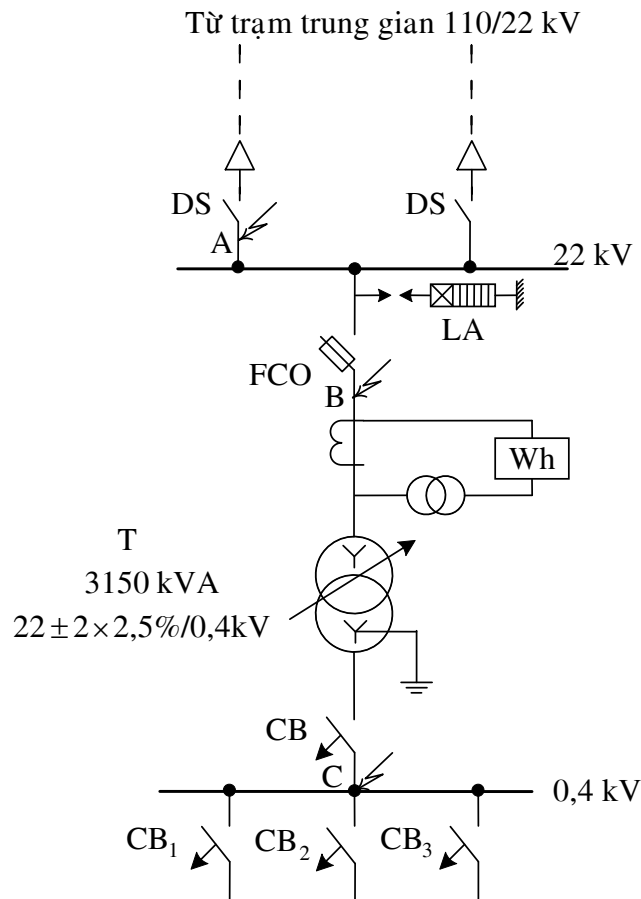
$$K_2 = \frac{S_{dt2}}{S_{dm}} = \frac{3}{3,15} = 0,95$$

Với $K_1 = 0,66$ và $t_2 = 4h$, tra đường cong quá tải của máy biến áp ABB, ta có: $K_{2cp} = 1,18$.

Vì $K_2 < K_{2cp}$, nên máy biến áp đã chọn thỏa mãn.

4.2.13. SƠ ĐỒ NỐI DÂY TRẠM 22/0,4 kV.

Trạm được cung cấp bằng hai dây rế từ trạm trung gian 110/22 kV. Hai dây này được kết nối vào thanh cái qua dao cách ly DS. Máy biến áp được nối vào thanh cái qua cầu chì tự rơi FCO, phía hạ thế máy biến áp được trang bị máy cắt hạ áp (Hình 4.9).



Hình 4.9. Sơ đồ nối dây trạm 22/0,4 kV.

4.2.14. CHỌN THIẾT BỊ ĐÓNG CẮT VÀ BẢO VỆ TRẠM PHÂN PHỐI

4.2.14.1. Chọn dao cách ly phía điện áp 22 kV

- Dòng làm việc cực đại là dòng quá tải sự cố khi ngừng một đoạn lưới:

$$I_{lv \max} = I_{\max 0-5} = 78,8 \text{ A}$$

- Tổng trở ngắn mạch tại A

Trở kháng tại thanh cái 22 kV của trạm trung gian:

$$Z_T = R_T + jX_T = 0,15 + j3,74 \Omega$$

Trở kháng của đoạn lưới 0 – 5:

$$Z_d = R_d + jX_d = r_0 l_{05} + jx_0 l_{05} = 0,7172.5 + j0,399.5 = 3,6 + j2 \Omega$$

Tổng trở tại A

$$R_A = R_T + R_d = 0,15 + 3,6 = 3,75 \Omega$$

$$X_A = X_T + X_d = 3,74 + 2 = 5,74 \Omega$$

$$Z_A = \sqrt{R_A^2 + X_A^2} = 6,856 \Omega$$

- Dòng ngắn mạch tại điểm A:

$$I_{N A} = \frac{U_{tb}}{\sqrt{3} \cdot Z_A} = \frac{23,1}{\sqrt{3} \cdot 6,856} = 1,945 \text{ kA}$$

- Dòng ngắn mạch xung kích:

$$i_{xk} = \sqrt{2} k_{xk} \cdot I_N$$

$$\text{Với } T_a = \frac{X_A}{\omega R_A} = \frac{3,75}{314,5,74} = 2,08 \cdot 10^{-3}, \text{ ta có } k_{xk} = 1 + e^{\frac{-0,01}{T_a}} = 1 + e^{\frac{-0,01}{2,08 \cdot 10^{-3}}} = 1,008$$

$$i_{xk} = \sqrt{2} \cdot 1,008,1,945 = 2,773 \text{ kA}$$

Dao cách ly được chọn theo các điều kiện sau:

- Điện áp định mức của dao cách ly: $U_{\text{đmDCL}} > U_{\text{đm mạng}} = 22 \text{ kV}$.
- Dòng điện định mức của dao cách ly: $I_{\text{đmDCL}} > I_{lv\text{max}} = 78,8 \text{ A}$.
- Dòng ổn định động định mức: $I_{\text{đ.đm}} > i_{xk} = 2,773 \text{ kA}$.
- Dòng ổn định nhiệt định mức:

$$I_{nh.\text{đm}} > I_{\infty} \sqrt{\frac{t_{qd}}{t_{nh.\text{đm}}}}$$

Ở đây:

$$I_{\infty} = I_N = I'' = 1,945 \text{ kA} ;$$

$$t_{qd} = t_c = t_{bv} + t_{MC} = 0,5 + 0,05 = 0,55s .$$

Chọn dao cách ly trung áp do Công ty Thiết bị điện Đông Anh chế tạo.

Loại	$U_{\text{đm}}$ (kV)	$I_{\text{đm}}$ (A)	$I_{\text{đ.đm}}$ (kA)	$I_{nh.\text{đm}}$, 10s (kA)
DN 24/200	24	200	23	8

4.2.14.2. Chọn cầu chì tự rơi

- Dòng điện làm việc cực đại:

$$I_{lv\text{max}} = I_{\text{max}0-5} = 78,8 \text{ A}$$

- Tổng trở ngắn mạch tại B:

$$R_B = R_T + \frac{1}{2} R_d = 0,15 + \frac{1}{2} 3,6 = 1,95 \Omega$$

$$X_B = X_T + \frac{1}{2} X_d = 3,74 + \frac{1}{2} 2 = 4,74 \Omega$$

$$Z_B = \sqrt{R_B^2 + X_B^2} = 5,125 \Omega$$

- Dòng ngắn mạch tại B:

$$I_{NB} = \frac{U_{\text{tb}}}{\sqrt{3} \cdot Z_B} = \frac{23,1}{\sqrt{3} \cdot 5,125} = 2,6 \text{ kA}$$

Cầu chì được chọn theo các điều kiện sau:

- Điện áp định mức của cầu chì: $U_{\text{đmDCL}} > U_{\text{đm mạng}} = 22 \text{ kV}$.
- Dòng điện định mức của cầu chì: $I_{\text{đmDCL}} > I_{lv\text{max}} = 78,8 \text{ A}$.
- Dòng cắt định mức: $I_{c.\text{đm}} > I'' = 2,6 \text{ kA}$.

Chọn cầu chì tự rơi ICX do ABB chế tạo:

Loại	$U_{lv\text{max}}$ (kV)	$I_{\text{đm}}$ (A)	$I_{c.\text{đm}}$ (kA)	$U_{\text{xung sét}}$ (kV)
C25LU*1811	27	100	12	150

4.2.14.3. Chọn máy cắt hạ áp

Tổng trở phía sơ cấp phải được qui đổi về phía thứ cấp bằng cách nhân với bình phương tỉ số điện áp.

$$R_B^{0,4} = R_B^{22} \cdot \frac{0,4^2}{22^2} = 1,95 \cdot \frac{0,4^2}{22^2} = 0,64 \text{ m}\Omega$$

$$X_B^{0,4} = X_B^{22} \cdot \frac{0,4^2}{22^2} = 4,74 \cdot \frac{0,4^2}{22^2} = 1,57 \text{ m}\Omega$$

Trở kháng của máy biến áp:

$$R_{BA} = \frac{\Delta P_N \cdot U_{dm}^2}{S_{dm}^2} = \frac{25,0,4^2}{3,15^2 \cdot 10^3} = 0,4 \text{ m}\Omega$$

$$X_{BA} = \frac{U_N \% \cdot U_{dm}^2}{S_{dm}} \cdot 10 = \frac{6,35 \cdot 0,4^2}{3,15 \cdot 10^3} \cdot 10 = 3,23 \text{ m}\Omega$$

Trở kháng của máy cắt:

$$R_{CB} \approx 0$$

$$X_{CB} \approx 0,15 \text{ m}\Omega$$

Tổng trở tại điểm ngắn mạch C trên thanh cái hạ áp

$$R_C = R_B^{0,4} + R_{BA} + R_{CB} = 0,64 + 0,4 + 0 = 1,04 \text{ m}\Omega$$

$$X_C = X_B^{0,4} + X_{BA} + X_{CB} = 1,57 + 3,23 + 0,15 = 4,95 \text{ m}\Omega$$

$$Z_C = \sqrt{R_C^2 + X_C^2} = 5,06 \text{ m}\Omega$$

Dòng ngắn mạch tại C:

$$I_{N C} = \frac{U_{tb}}{\sqrt{3} \cdot Z_C} = \frac{420}{\sqrt{3} \cdot 5,06 \cdot 10^{-3}} = 47,92 \text{ kA}$$

Dòng làm việc cực đại:

$$I_{lv \max} = \frac{S_{\max}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{3}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 4330 \text{ A}$$

Máy cắt hạ áp được chọn theo các điều kiện sau:

- Điện áp định mức của máy cắt: $U_{dmMC} > U_{dm \text{ mạng}} = 400 \text{ V}$.
- Dòng điện hiệu chỉnh của máy cắt: $I_r = k \cdot I_{dmMC} > I_{lv \max} = 4330 \text{ A}$.
- Dòng cắt ngắn mạch định mức: $I_{c.dm} > I_N = 47,92 \text{ kA}$.
- Đặc tuyến bảo vệ: B.
- Thời gian cắt: chọn theo điều kiện phối hợp bảo vệ.

Chọn máy cắt hạ áp do hãng ABB chế tạo có các thông số sau:

Loại	U_{dm} (V)	I_{dm} (A)	I_r (A)	Số cực	$I_{c.dm}$ (kA)	Thời gian cắt (ms)
E6H/f	690	6300	$0,8 \cdot I_{dm}$	4	100	40

4.2.14.4. Chọn chống sét van

- Điện áp vận hành cực đại của hệ thống U_m :

Độ lệch điện áp cho phép theo quy định hiện nay $\Delta U = 5\% U_{dm}$, do vậy:

$$U_m = U_{dm} + \Delta U = 1,05 \cdot 22 = 23,1 \text{ kV}$$

- Xác định hệ số chạm đất K_c :

Hệ thống 3 dây, nối đất tổng trở nhỏ $K_c = 1,4$.

- Xác định giá trị quá điện áp tạm thời U_{TOV} :

$$U_{TOV \text{ chống sét}} \geq U_{TOV \text{ lưới}} = K_c \times \frac{U_m}{\sqrt{3}} = 1,4 \times \frac{23,1}{\sqrt{3}} = 18,67 \text{ kV}$$

- Xác định điện áp vận hành liên tục của chống sét U_c :

$$U_c \geq \frac{U_m}{\sqrt{3}} = \frac{23,1}{\sqrt{3}} = 13,34 \text{ kV}$$

Chọn chống sét van oxyt kim loại do ABB chế tạo có các thông số sau:

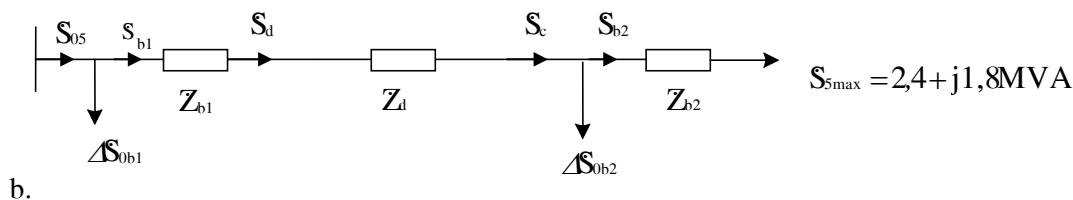
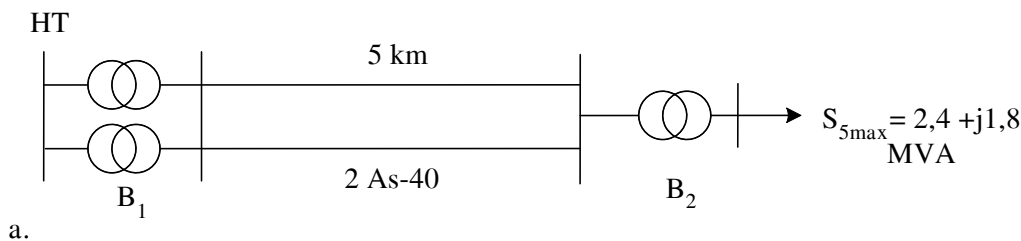
- Loại: POLIM-D.

- Điện áp định mức chống sét: $U_r = 27 \text{ kV}$.
- Điện áp làm việc liên tục lớn nhất: $U_c = 22 \text{ kV}$.
- Điện áp phóng điện cực đại khi có xung sét dạng sóng $8/20\mu\text{s}$, dòng phóng điện định mức 5 kA : $U_{res} = 71,7 \text{ kV}$.

4.2.15. CHỌN ĐẦU PHÂN ÁP MÁY BIẾN ÁP PHÂN PHỐI

4.2.15.1. Tính điện áp các nút trong mạng điện

a. Chế độ phụ tải cực đại



a. Sơ đồ mạng điện b. Sơ đồ thay thế của mạng điện.

Hình 4.10. Tính chế độ mạng điện.

Từ thông số của máy biến áp 110/22kV, xác định được:

$$\Delta S_{0b1} = 2(\Delta P_0 + j\Delta Q_0) = 2(15 + j62,5) \cdot 10^{-3} \text{ MVA}$$

$$Z_{b1} = \frac{1}{2}(R_{b1} + jX_{b1}) = \frac{1}{2}(0,14 + j3,64) = 0,07 + j1,82 \Omega$$

Trở kháng của đoạn lưới 0-5:

$$Z_d = R_d + jX_d = \frac{1}{2}r_0 l_{05} + j\frac{1}{2}x_0 l_{05} = \frac{1}{2}0,7172 \cdot 5 + j\frac{1}{2}0,3995 \cdot 5 = 1,8 + j1 \Omega$$

Từ thông số của máy biến áp 22/0,4 kV, xác định được:

$$\Delta S_{0b2} = \Delta P_0 + j\Delta Q_0 = (3,5 + j25,2) \cdot 10^{-3} \text{ MVA}$$

$$Z_{b2} = R_{b2} + jX_{b2} = (0,4 + j3,23) \cdot 10^{-3} \Omega$$

Tổn thất trong tổng trở máy biến áp 22/0,4 kV:

$$\begin{aligned} \Delta \dot{S}_{b2} &= \frac{P_s^2 + Q_s^2}{U_{dm}^2} Z_{b2} = \frac{2,4^2 + 1,8^2}{0,4^2} \cdot (0,4 + j3,23) \cdot 10^{-3} \\ &= (22,5 + j181,69) \cdot 10^{-3} \text{ MVA} \end{aligned}$$

Công suất trước tổng trở máy biến áp 22/04 kV:

$$\begin{aligned} \dot{S}_{b2} &= P_{b2} + jQ_{b2} = \dot{S}_5 + \Delta \dot{S}_{b2} = 2,4 + j1,8 + (22,5 + j181,69) \cdot 10^{-3} \\ &= 2,4225 + j1,98169 \text{ MVA} \end{aligned}$$

Dòng công suất chạy vào cuộn dây cao áp của máy biến áp 22/04 kV:

$$\begin{aligned} \dot{S}_c &= P_c + jQ_c = \dot{S}_{b2} + \Delta \dot{S}_{0b2} = 2,4225 + j1,98169 + (3,5 + j25,2) \cdot 10^{-3} \\ &= 2,426 + j2,0069 \text{ MVA} \end{aligned}$$

Tổn thất công suất trên tổng trở đường dây:

$$\Delta \dot{S}_d = \frac{P_c^2 + Q_c^2}{U_{dm}^2} Z_d = \frac{2,426^2 + 2,0069^2}{22^2} (1,8 + j1) = 0,037 + j0,02 \text{ MVA}$$

Dòng công suất trước tổng trở đường dây:

$$\begin{aligned} \dot{S}_d &= P_d + jQ_d = \dot{S}_c + \Delta \dot{S}_d = 2,426 + j2,0069 + 0,037 + j0,02 \\ &= 2,463 + j2,0269 \text{ MVA} \end{aligned}$$

Tổn thất công suất trong tổng trở máy biến áp 110/22 kV:

$$\begin{aligned} \Delta \dot{S}_{b1} &= \frac{P_d^2 + Q_d^2}{U_{dm}^2} Z_{b1} = \frac{2,463^2 + 2,0269^2}{22^2} (0,07 + j1,82) \\ &= 1,47 \cdot 10^{-3} + j0,0383 \text{ MVA} \end{aligned}$$

Công suất trước tổng trở máy biến áp:

$$\begin{aligned} \dot{S}_{b1} &= P_{b1} + jQ_{b1} = \dot{S}_d + \Delta \dot{S}_{b1} = 2,463 + j2,0269 + 1,47 \cdot 10^{-3} + j0,0383 \\ &= 2,464 + j2,0652 \text{ MVA} \end{aligned}$$

Công suất từ hệ thống truyền vào đường dây 0-5:

$$\begin{aligned} \dot{S}_{05} &= P_{05} + jQ_{05} = \dot{S}_{b1} + \Delta \dot{S}_{0b1} = 2,464 + j2,0652 + 2(15 + j62,5)10^{-3} \\ &= 2,494 + j2,1902 \text{ MVA} \end{aligned}$$

Điện áp trên thanh góp cao áp của trạm 22/0,4 kV:

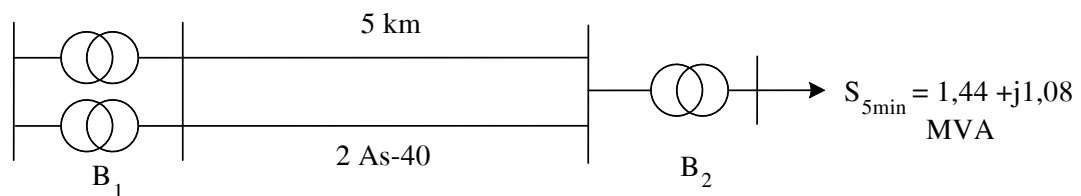
$$U_{5\max} = U_{dm} - \frac{P_d R_d + Q_d X_d}{U_{dm}} = 22 - \frac{2,463 \cdot 1,8 + 2,0269 \cdot 1}{22} = 21,70635 \text{ kV}$$

Điện áp trên thanh góp hạ áp, quy đổi về phía cao áp:

$$\begin{aligned} U_{5q\max} &= U_{5\max} - \frac{P_{b2} R_{b2} + Q_{b2} X_{b2}}{U_{5\max}} = 21,70635 - \frac{2,4225 \cdot 0,4 \cdot 10^{-3} + 1,98169 \cdot 3,23 \cdot 10^{-3}}{21,70635} \\ &= 21,70601 \text{ kV} \end{aligned}$$

b. Chế độ phụ tải cực tiểu

HT



Hình 4.11. Sơ đồ mạng điện ở chế độ phụ tải cực tiểu.

Tính các thông số chế độ của mạng điện khi phụ tải cực tiểu được tiến hành tương tự như chế độ tải cực đại. Kết quả tính toán được trình bày ở bảng 8.19.

Bảng 4.19. Kết quả tính các thông số chế độ khi phụ tải cực tiểu.

$\dot{S}_{0-5} (MVA)$	$\Delta \dot{S}_{b1} (MVA)$	$\dot{S}_d (MVA)$	$\Delta \dot{S}_d (MVA)$	$\dot{S}_{b2} (MVA)$
$1,495 + j1,316$	$0,51 \cdot 10^{-3} + j0,0133$	$1,4645 + j1,1778$	$0,0129 + j0,0072$	$1,4481 + j1,1454$

Điện áp trên thanh góp cao áp của trạm 22/0,4 kV:

$$U_{5\min} = U_{dm} - \frac{P_d R_d + Q_d X_d}{U_{dm}} = 22 - \frac{1,4645 \cdot 1,8 + 1,1778 \cdot 1}{22} = 21,8266 \text{ kV}$$

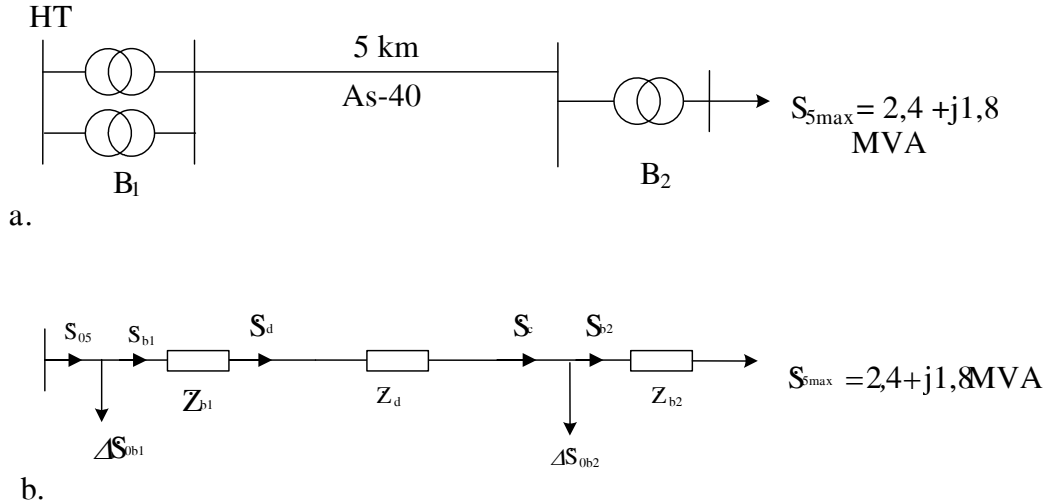
Điện áp trên thanh góp hạ áp, quy đổi về phía cao áp:

$$U_{5q \min} = U_{5 \min} - \frac{P_{b2}R_{b2} + Q_{b2}X_{b2}}{U_{5 \min}} = 21,8266 - \frac{1,44,0,4 \cdot 10^{-3} + 1,08,3,23 \cdot 10^{-3}}{21,8266}$$

$$= 21,8264 \text{ kV}$$

c. Chế độ sau sự cố

Sự cố trong mạng điện thiết kế có thể xảy ra khi ngừng một máy phát, ngừng một mạch trên đường dây hai mạch nối từ các nguồn cung cấp đến các phụ tải. Khi xét sự cố, chúng ta không giả thiết sự cố xếp chồng, đồng thời chỉ xét trường hợp ngừng một mạch trên các đường dây nối từ hệ thống đến các phụ tải khi phụ tải cực đại.



a. Sơ đồ mạng điện

b. Sơ đồ thay thế của mạng điện.

Hình 4.12. Tính chế độ mạng điện ở chế độ sau sự cố.

Trở kháng của đoạn lưới 0-5:

$$Z_d = R_d + jX_d = r_0 l_{05} + jx_0 l_{05} = 0,7172,5 + j0,399,5 = 3,6 + j2 \Omega$$

Tổn thất trong tổng trở máy biến áp 22/0,4 kV:

$$\Delta \dot{S}_{b2} = \frac{P_5^2 + Q_5^2}{U_{dm}^2} Z_{b2} = \frac{2,4^2 + 1,8^2}{0,4^2} (0,4 + j3,23) \cdot 10^{-3}$$

$$= (0,0225 + j0,18169) \text{ MVA}$$

Công suất trước tổng trở máy biến áp:

$$\dot{S}_{b2} = P_{b2} + jQ_{b2} = \dot{S}_5 + \Delta \dot{S}_{b2} = 2,4 + j1,8 + 0,0225 + j0,18169$$

$$= 2,4225 + j1,98169 \text{ MVA}$$

Dòng công suất chạy vào cuộn dây cao áp của máy biến áp:

$$\dot{S}_c = P_c + jQ_c = \dot{S}_{b2} + \Delta \dot{S}_{0b2} = 2,4225 + j1,98169 + (3,5 + j25,2) \cdot 10^{-3}$$

$$= 2,426 + j2,0069 \text{ MVA}$$

Tổn thất công suất trên tổng trở đường dây:

$$\Delta \dot{S}_d = \frac{P_c^2 + Q_c^2}{U_{dm}^2} Z_d = \frac{2,426^2 + 2,0069^2}{22^2} (3,6 + j2) = 0,074 + j0,04 \text{ MVA}$$

Dòng công suất trước tổng trở đường dây:

$$\dot{S}_d = P_d + jQ_d = \dot{S}_c + \Delta \dot{S}_d = 2,426 + j2,0069 + 0,074 + j0,04$$

$$= 2,5 + j2,0469 \text{ MVA}$$

Tổn thất công suất trong tổng trở máy biến áp 110/22 kV:

$$\begin{aligned}\Delta \dot{S}_{b1} &= \frac{P_d^2 + Q_d^2}{U_{dm}^2} Z_{b1} = \frac{2,5^2 + 2,0469^2}{22^2} (0,07 + j1,82) \\ &= 1,5 \cdot 10^{-3} + j0,039 \text{ MVA}\end{aligned}$$

Công suất trước tổng trở máy biến áp:

$$\begin{aligned}\dot{S}_{b1} &= P_{b1} + jQ_{b1} = \dot{S}_d + \Delta \dot{S}_{b1} = 2,5 + j2,0469 + 1,5 \cdot 10^{-3} + j0,039 \\ &= 2,5015 + j2,0859 \text{ MVA}\end{aligned}$$

Công suất từ hệ thống truyền vào đường dây 0-5:

$$\begin{aligned}\dot{S}_{05} &= P_{05} + jQ_{05} = \dot{S}_{b1} + \Delta \dot{S}_{0b1} = 2,5015 + j2,0859 + 2(15 + j62,5) \cdot 10^{-3} \\ &= 2,5315 + j2,2109 \text{ MVA}\end{aligned}$$

Điện áp trên thanh góp cao áp của trạm 22/0,4 kV:

$$U_{5sc} = U_{dm} - \frac{P_d R_d + Q_d X_d}{U_{dm}} = 22 - \frac{2,5 \cdot 3,6 + 2,0469 \cdot 2}{22} = 21,4048 \text{ kV}$$

Điện áp trên thanh góp hạ áp, quy đổi về phía cao áp:

$$\begin{aligned}U_{5qsc} &= U_{5sc} - \frac{P_{b2} R_{b2} + Q_{b2} X_{b2}}{U_{5sc}} = 21,4048 - \frac{2,4 \cdot 0,4 \cdot 10^{-3} + 1,8 \cdot 3,23 \cdot 10^{-3}}{21,4048} \\ &= 21,4045 \text{ kV}\end{aligned}$$

4.2.15.2. Chọn đầu điều chỉnh trong máy biến áp

Điện áp yêu cầu trên thanh góp hạ áp của trạm:

$$U_{yc} = U_{dm} + \Delta U\% \cdot U_{dm}$$

Ở đây:

U_{dm} - điện áp định mức của mạng điện hạ áp, kV;

$\Delta U\%$ - độ lệch điện áp trên thanh góp hạ áp của trạm, $\Delta U\% = 5\%$.

Đối với mạng điện thiết kế $U_{dm} = 380 \text{ V}$. Vì vậy, điện áp yêu cầu trên thanh góp hạ áp:

$$U_{yc} = 0,38 + \frac{5}{100} \cdot 0,38 = 0,4 \text{ kV}$$

Sử dụng các máy biến áp điều chỉnh điện áp dưới tải cho phép thay đổi các đầu điều chỉnh không cần cắt máy biến áp. Do đó, cần chọn đầu điều chỉnh cho chế độ phụ tải cực đại, cực tiểu và sau sự cố.

Để thuận tiện, có thể tính trước điện áp tương ứng với mỗi đầu điều chỉnh của máy biến áp. Kết quả tính đối với máy biến áp đã chọn trình bày ở Bảng 4.20.

Bảng 4.20. Thông số điều chỉnh của máy biến áp điều chỉnh dưới tải.

Thứ tự đầu điều chỉnh	Điện áp bổ sung, %	Điện áp bổ sung, kV	Điện áp đầu điều chỉnh, kV
1	+5,0	+1,10	23,10
2	+2,5	+0,55	22,55
3	0	0	22
4	-2,5	-0,55	21,45
5	-5,0	-1,10	20,90

a. Chế độ phụ tải cực đại

Điện áp tính toán của đầu điều chỉnh của máy biến áp:

$$U_{đc \max} = \frac{U_{q \max} \cdot U_{hđm}}{U_{yc \max}} = \frac{21,70601 \cdot 0,4}{0,4} = 21,70601 \text{ kV}$$

Chọn đầu điều chỉnh tiêu chuẩn $n = 4$, khi đó điện áp của đầu điều chỉnh tiêu chuẩn $U_{tc \max} = 21,45 \text{ kV}$.

Điện áp thực trên thanh góp hạ áp:

$$U_{t \max} = \frac{U_{q \max} \cdot U_{hđm}}{U_{tc \max}} = \frac{21,70601 \cdot 0,4}{21,45} = 0,405 \text{ kV}$$

Độ lệch điện áp trên thanh góp hạ áp:

$$\Delta U_{\max} \% = \frac{U_{t \max} - U_{đm}}{U_{đm}} 100 = \frac{0,405 - 0,4}{0,4} 100 = 1,25\%$$

Như vậy, đầu điều chỉnh tiêu chuẩn đã chọn là phù hợp.

b. Chế độ phụ tải cực tiểu

Điện áp tính toán của đầu điều chỉnh của máy biến áp:

$$U_{đc \min} = \frac{U_{q \min} \cdot U_{hđm}}{U_{yc \min}} = \frac{21,8264 \cdot 0,4}{0,4} = 21,8264 \text{ kV}$$

Chọn $n = 4$, $U_{tc \min} = 21,45 \text{ kV}$.

Điện áp thực trên thanh góp hạ áp:

$$U_{t \min} = \frac{U_{q \min} \cdot U_{hđm}}{U_{tc \min}} = \frac{21,8264 \cdot 0,4}{21,45} = 0,407 \text{ kV}$$

Độ lệch điện áp trên thanh góp hạ áp:

$$\Delta U_{\min} \% = \frac{U_{t \min} - U_{đm}}{U_{đm}} 100 = \frac{0,407 - 0,4}{0,4} 100 = 1,75\%$$

c. Chế độ sau sự cố

Điện áp tính toán của đầu điều chỉnh của máy biến áp:

$$U_{đc \text{ csc}} = \frac{U_{qsc} \cdot U_{hđm}}{U_{yc \text{ csc}}} = \frac{21,4045 \cdot 0,4}{0,4} = 21,4045 \text{ kV}$$

Chọn $n = 4$, $U_{tc \text{ csc}} = 21,45 \text{ kV}$.

Điện áp thực trên thanh góp hạ áp:

$$U_{t \text{ csc}} = \frac{U_{qsc} \cdot U_{hđm}}{U_{tc \text{ csc}}} = \frac{21,4045 \cdot 0,4}{21,45} = 0,39915 \text{ kV}$$

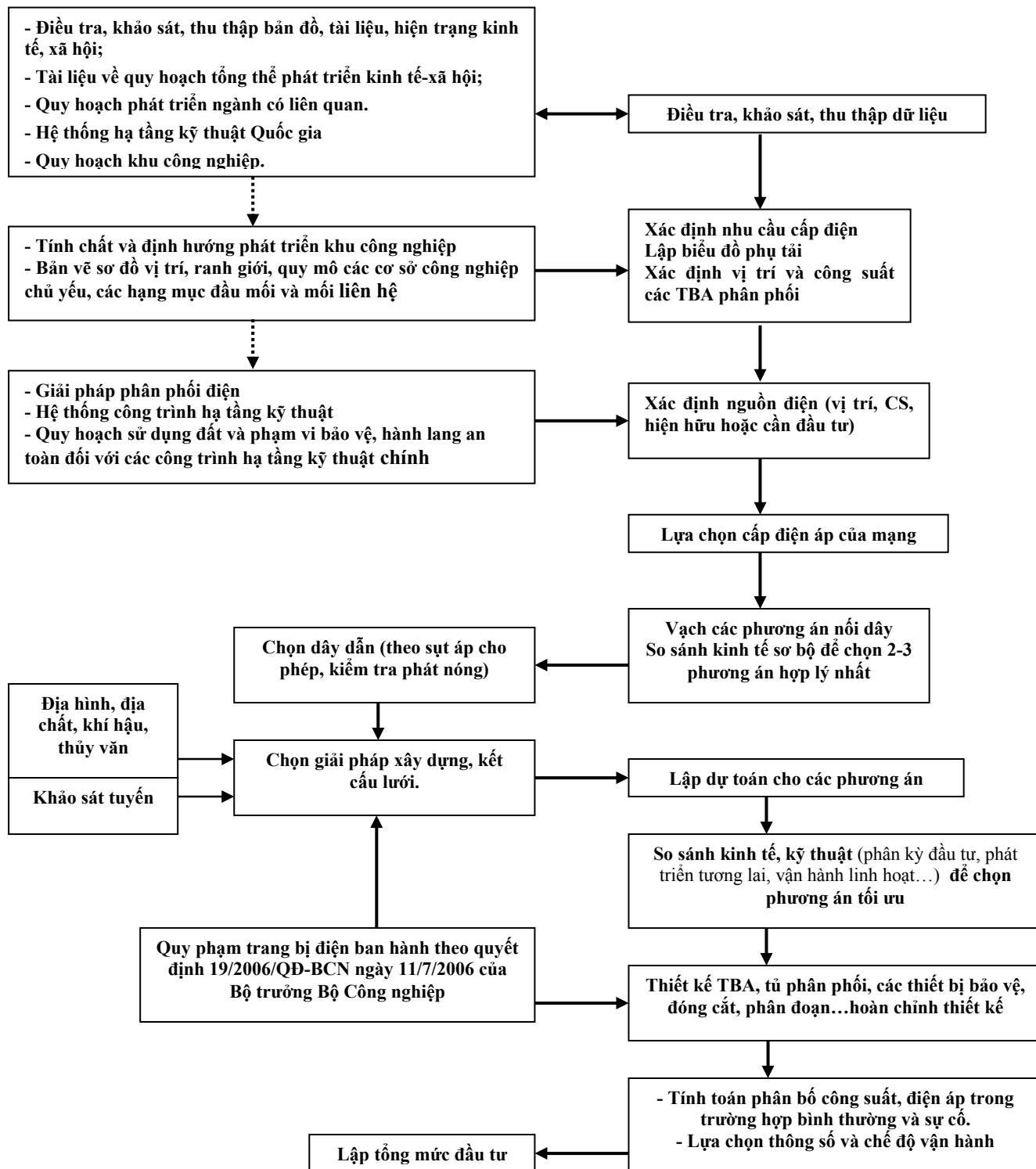
Độ lệch điện áp trên thanh góp hạ áp:

$$\Delta U_{sc} \% = \frac{U_{isc} - U_{dm}}{U_{dm}} 100 = \frac{0,39915 - 0,4}{0,4} 100 = -0,2125\%$$

Vậy chọn đầu điều chỉnh $n = 4$ của máy biến áp cho cả chế độ tải cực đại, cực tiểu và chế độ sau sự cố.

PHỤ LỤC

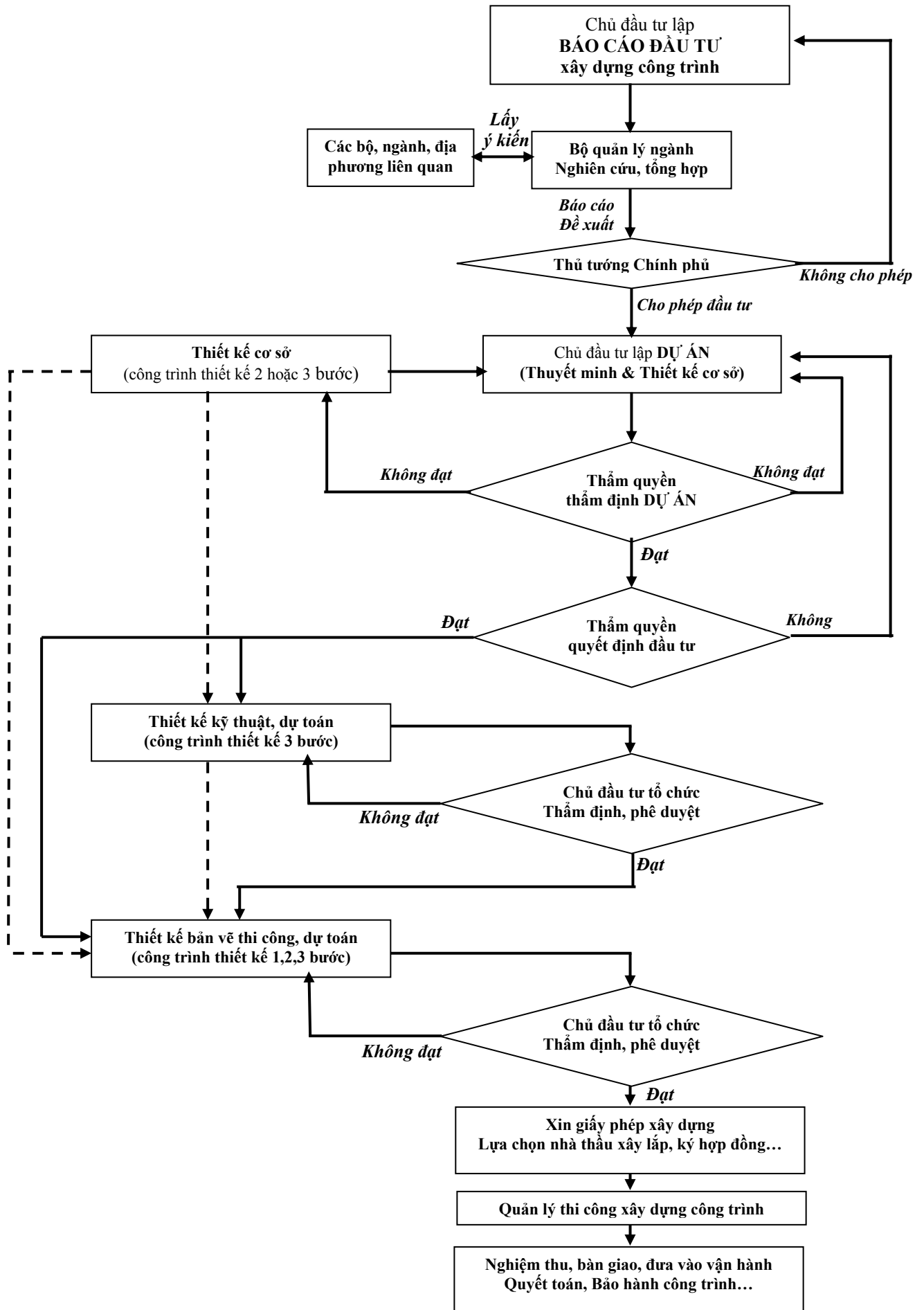
**THIẾT KẾ LƯỚI ĐIỆN PHÂN PHỐI
KHU CÔNG NGHIỆP**



Tài liệu tham khảo:

- Luật xây dựng ngày 26/11/2003;
- Nghị định 08/2005/NĐ-CP ngày 24/1/2005 của Chính phủ về quy hoạch xây dựng.
- Nghị định 209/2004/NĐ-CP ngày 16/12/2004 của Chính phủ về quản lý chất lượng công trình xây dựng.
- Quy phạm trang bị điện ban hành theo quyết định 19/2006/QĐ-BCN ngày 11/7/2006 của Bộ trưởng Bộ Công nghiệp.

QUẢN LÝ DỰ ÁN ĐẦU TƯ XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH ĐIỆN



Phân loại dự án (liên quan công trình điện) theo quy mô và tính chất:

Loại dự án đầu tư xây dựng công trình	Mức vốn
Dự án quan trọng Quốc gia Do Quốc hội thông qua chủ trương và cho phép đầu tư	Theo Nghị quyết của Quốc hội
Nhóm A:	
XD công trình hạ tầng khu công nghiệp	Không kể mức vốn
Các dự án đầu tư xây dựng công trình công nghiệp điện	Trên 600 tỉ đồng
Các dự án đầu tư xây dựng công trình hạ tầng kỹ thuật, kỹ thuật điện	Trên 400 tỉ đồng
Nhóm B:	
Các dự án đầu tư xây dựng công trình công nghiệp điện	Từ 30 đến 600 tỉ đồng
Các dự án đầu tư xây dựng công trình hạ tầng kỹ thuật, kỹ thuật điện	Từ 20 đến 400 tỉ đồng
Nhóm C:	
Các dự án đầu tư xây dựng công trình công nghiệp điện	Dưới 30 tỉ đồng
Các dự án đầu tư xây dựng công trình hạ tầng kỹ thuật, kỹ thuật điện	Dưới 20 tỉ đồng

* Các dự án quan trọng Quốc gia phải lập **báo cáo đầu tư xây dựng công trình** để trình Quốc hội thông qua chủ trương và cho phép đầu tư. Các dự án nhóm A không phân biệt nguồn vốn phải lập báo cáo đầu tư xây dựng công trình để trình Thủ tướng Chính phủ cho phép đầu tư.

Nội dung báo cáo đầu tư xây dựng công trình bao gồm: sự cần thiết đầu tư, điều kiện thuận lợi, khó khăn, chế độ khai thác và sử dụng tài nguyên Quốc gia; Dự kiến quy mô đầu tư, các hạng mục công trình, địa điểm xây dựng công trình và nhu cầu sử dụng đất; Phân tích, lựa chọn sơ bộ về công nghệ, kỹ thuật, các điều kiện cung cấp vật tư, thiết bị, nguyên liệu, năng lượng, dịch vụ, hạ tầng KT, phương án giải phóng mặt bằng, tái định cư, ảnh hưởng của dự án đối với môi trường, sinh thái, PCCN, an ninh, quốc phòng; Hình thức đầu tư, xác định sơ bộ tổng mức đầu tư, thời hạn thực hiện dự án, phương án huy động vốn và phân kỳ đầu tư...

* Các dự án hạ tầng xã hội sử dụng vốn ngân sách không nhằm mục đích kinh doanh có tổng mức đầu tư dưới 7 tỉ đồng; công trình cải tạo, sửa chữa, nâng cấp có tổng mức đầu tư dưới 3 tỉ đồng, chỉ cần lập **báo cáo kinh tế - kỹ thuật** xây dựng công trình. Chỉ cần thiết kế 1 bước và hồ sơ gồm có thiết kế bản vẽ thi công và dự toán.

* Còn lại, khi đầu tư xây dựng công trình, chủ đầu tư phải tổ chức lập **dự án đầu tư xây dựng công trình**. Nội dung dự án bao gồm phần **thuyết minh** và phần **thiết kế cơ sở**.

* Nội dung phần thiết kế cơ sở của dự án phải thể hiện được giải pháp thiết kế chủ yếu, đảm bảo đủ điều kiện để xác định tổng mức đầu tư và triển khai các bước thiết kế tiếp theo.

* Các dự án do người có thẩm quyền quyết định đầu tư tổ chức thẩm định.

* Thẩm quyền quyết định đầu tư (vốn ngân sách): Thủ tướng CP quyết định đầu tư các dự án đã được Quốc hội thông qua chủ trương và cho phép đầu tư; Bộ trưởng, Chủ tịch UBND tỉnh... quyết định đầu tư các dự án nhóm A,B,C; Bộ trưởng, Chủ tịch UBND tỉnh... được ủy quyền hoặc phân cấp quyết định đầu tư đối với các dự án nhóm B,C cho cơ quan cấp dưới thực hiện...

* Tùy theo quy mô và tính chất của công trình, việc thiết kế xây dựng công trình có thể được thực hiện theo 1 bước, 2 bước hoặc 3 bước như sau:

- Thiết kế 1 bước là thiết kế bản vẽ thi công áp dụng cho công trình chỉ lập báo cáo kinh tế - kỹ thuật như đã nói ở trên.

- Thiết kế 2 bước bao gồm bước thiết kế cơ sở và thiết kế bản vẽ thi công áp dụng đối với công trình phải lập dự án nhưng không buộc phải thiết kế 3 bước.

- Thiết kế 3 bước bao gồm bước thiết kế cơ sở, thiết kế kỹ thuật và thiết kế bản vẽ thi công áp dụng đối với công trình quy định phải lập dự án và có quy mô là cấp đặc biệt, cấp I và công trình cấp II có kỹ thuật phức tạp do người quyết định đầu tư quyết định.

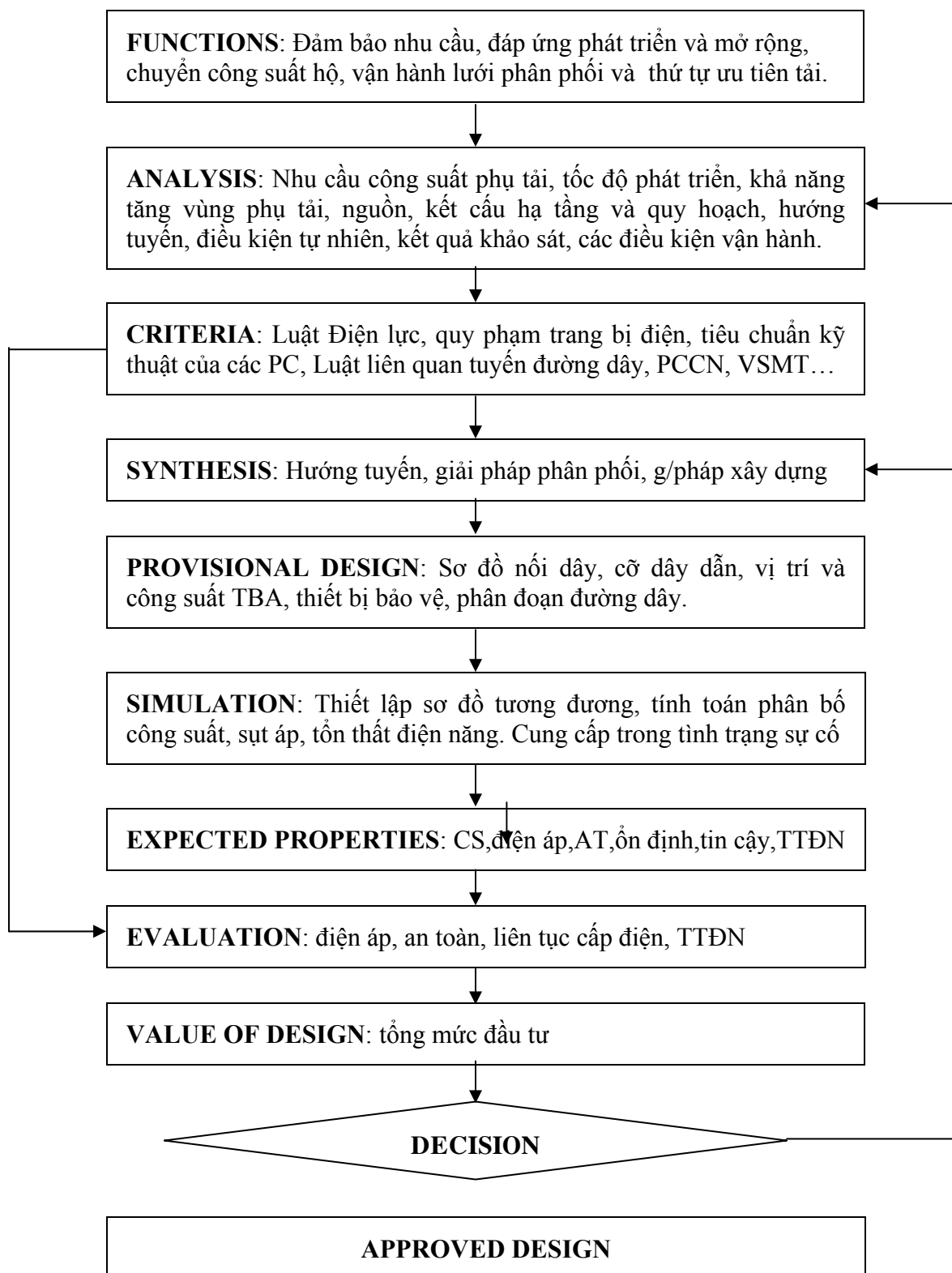
Loại công trình	Cấp đặc biệt	Cấp I	Cấp II	Cấp III	Cấp IV
CT nguồn nhiệt điện	CS>2.000MW	600-2.000MW	50-<600MW	5 - <50MW	< 5MW
CT nguồn thủy điện	> 1.000MW	300-1.000MW	30-<300MW	3 - <30MW	< 3MW
CT nguồn điện nguyên tử	> 1.000MW	= 1000MW	-	-	-
CT đường dây và TBA	-	500 kV	110 kV	35 kV	

Tài liệu tham khảo:

- Luật xây dựng ngày 26/11/2003;
- Nghị định 16/2005/NĐ-CP ngày 7/2/2005 của Chính phủ về quản lý dự án đầu tư xây dựng công trình.
- Nghị định 209/2004/NĐ-CP ngày 16/12/2004 của CP về quản lý chất lượng công trình xây dựng.

LƯU ĐỒ THIẾT KẾ KỸ THUẬT

Áp dụng vào thiết kế lưới điện phân phối khu dân cư



MỤC ĐÍCH:

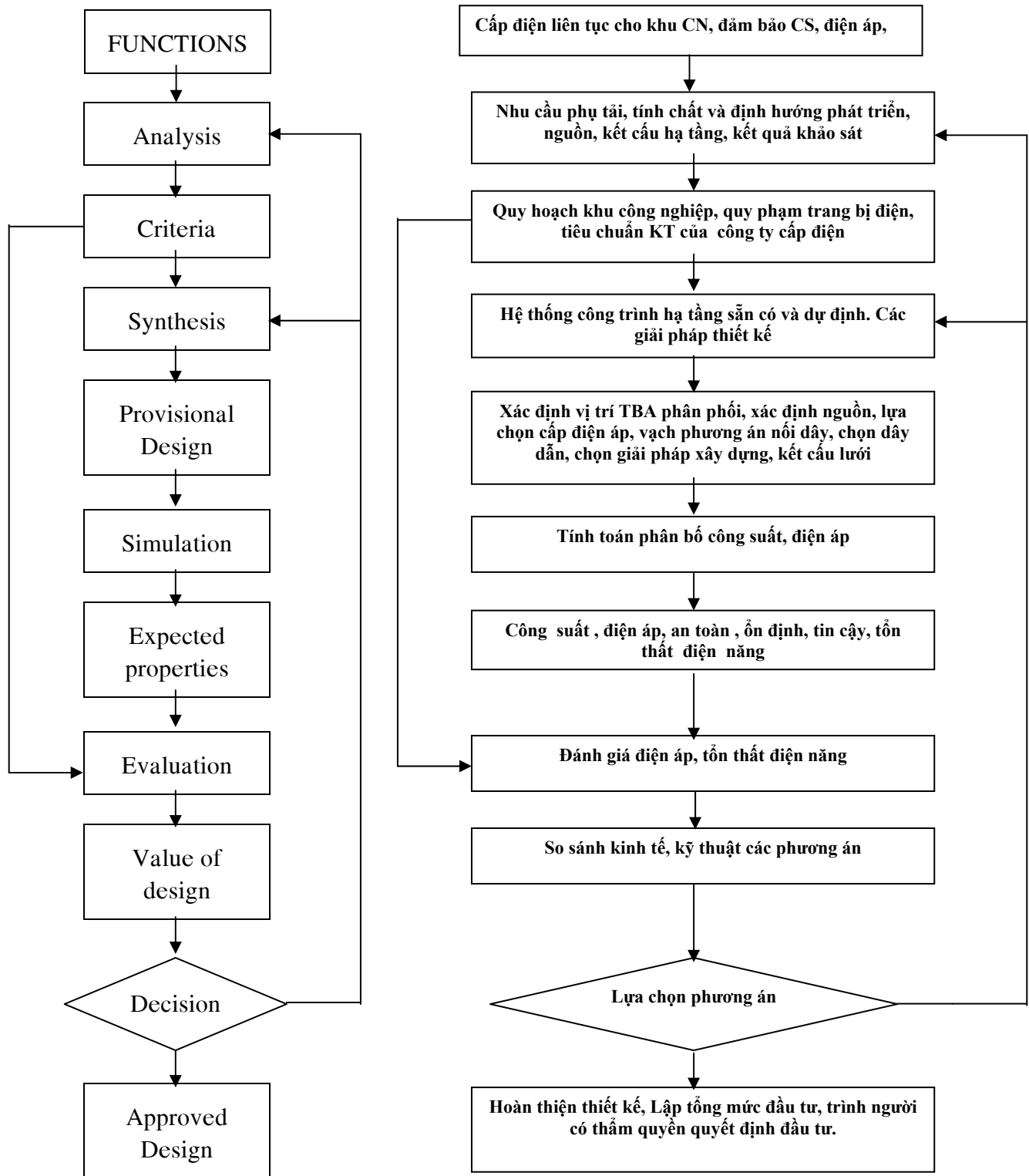
- Có cái nhìn tổng quát về thiết kế lưới điện phân phối cho khu dân cư;
- Nắm được các yêu cầu cơ bản của thiết kế lưới điện phân phối;
- Hình dung được trình tự các công việc cần thực hiện;
- Hiểu được mối liên hệ giữa lưới điện với các kết cấu hạ tầng kỹ thuật khác.

HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG LƯỚI ĐỒ:

- **Functions** - Lưới điện phải:
 - Đảm bảo nhu cầu dùng điện của khu dân cư; mở rộng khu dân cư theo quy hoạch;
 - Đáp ứng tốc độ phát triển phụ tải trong nhiều năm;
 - Có thể chuyển tải hộ cho các khu vực lân cận;
 - Là một bộ phận vận hành thống nhất trong lưới phân phối địa phương;
 - Đảm bảo đúng thứ tự ưu tiên theo tính chất phụ tải.
- **Analysis** - Cần phân tích:
 - Nhu cầu công suất phụ tải (thường dùng phương pháp thống kê trực tiếp);
 - Tốc độ phát triển. Dự đoán theo tỉ lệ các thành phần sử dụng điện (nông lâm thủy sản, công nghiệp xây dựng, thương mại dịch vụ, ánh sáng sinh hoạt và tiêu dùng dân cư...) của các khu vực tương tự. Khả năng mở rộng khu dân cư.
 - Hiện trạng các nguồn và khả năng cung cấp. Lưu ý quy hoạch nguồn tương lai.
 - Các kết cấu hạ tầng kỹ thuật hiện có và quy hoạch: đường bộ, đường sắt, đường thủy, cầu cống, đê điều, cấp thoát nước, thông tin liên lạc, cây xanh...
 - Hướng tuyến. Đây là vấn đề mấu chốt. Cần phân tích kỹ và có ý kiến của địa phương và các cơ quan quản lý.
 - Điều kiện địa hình, địa chất, khí tượng, thủy văn (tài liệu) và kết quả khảo sát thực tế.
 - Các điều kiện và chế độ vận hành theo CQ quản lý điện địa phương, thỏa thuận đầu nối
- **Criteria:**
 - Luật điện lực năm 2004 và các nghị định, thông tư hướng dẫn;
 - Quy phạm trang bị điện ban hành theo quyết định 19/2006/QĐ-BCN ngày 11/7/2006 của Bộ trưởng bộ Công nghiệp;
 - Tiêu chuẩn kỹ thuật của các Công ty Điện lực;
 - Luật và các văn bản dưới luật liên quan tuyến đường dây (đường xá, cầu cống, đê điều, rừng...), PCCN và vệ sinh môi trường (trong TK buộc phải có PCCN và báo cáo đánh giá tác động môi trường);
 - Áp dụng các tiêu chuẩn kỹ thuật tiên tiến phải có ý kiến của các CQ chức năng.
- **Synthesis:**
 - Hướng tuyến. (Gần như không có nhiều lựa chọn)
 - Giải pháp phân phối: Chọn nguồn, hướng công suất, cấp điện áp, sơ đồ nối dây, cỡ dây dẫn, vị trí và công suất TBA, thiết bị bảo vệ đóng cắt...
 - Giải pháp xây dựng: Móng, trụ, đà, sứ, kết cấu TBA...
- **Provisional Design:** Có thể xem đây như thiết kế cơ sở. Thể hiện rõ những nội dung chính: Sơ đồ nối dây, cỡ dây dẫn, vị trí và công suất TBA, thiết bị bảo vệ, phân đoạn đường dây...
- **Simulation:**
 - Thiết lập sơ đồ tương đương, tính toán phân bố công suất, sụt áp, tổn thất điện năng.
 - Sơ đồ cung cấp trong tình trạng sự cố hoặc cắt điện.
- **Expected properties:** Công suất (chuyển tải), điện áp, an toàn, ổn định, tin cậy, TTĐN
- **Evaluation:**
 - Điện áp ($\pm 5\%$), an toàn, liên tục cung cấp điện, TTĐN (hiện chưa quy định cụ thể)
- **Value of design:** Lập tổng mức đầu tư
- **Decision:** Quyết định, phê duyệt
- **Approved design:** Thiết kế cơ sở được chấp thuận, tiến hành thiết kế kỹ thuật thi công (có thêm các chi tiết ví dụ phân bố trụ, ứng suất và độ võng căng dây...).

LƯU ĐỒ THIẾT KẾ KỸ THUẬT

So sánh với trình tự thiết kế lưới điện khu công nghiệp



TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Quyền Huy Ánh, Giáo trình Cung cấp điện, ĐH SPKT Tp HCM 2006.
2. Hướng dẫn thiết kế và lắp đặt điện theo tiêu chuẩn IEC, NXB Khoa học và Kỹ thuật 2009.
3. Nguyễn Xuân Phú. Cung Cấp Điện, NXB Khoa học và Kỹ thuật 2002.
4. Nguyễn Hoàng Việt, Thiết Kế Hệ Thống Điện, NXB Đại học Quốc gia Tp. Hồ Chí Minh – 2003.
5. Nguyễn Văn Đạm, Thiết Kế Các Mạng Và Hệ Thống Điện, NXB Khoa học và Kỹ thuật 2004.
6. Ngô Hồng Quang, Giáo Trình Cung Cấp Điện, NXB Giáo dục – 2004.
7. Ngô Hồng Quang, Sổ Tay Lựa Chọn Và Tra Cứu Thiết Bị Điện Từ 0,4 kV Đến 500 kV – NXB Khoa học và Kỹ thuật 2002.
8. Trịnh Hùng Thám, Nguyễn Hữu Khái, Nhà Máy Điện Và Trạm Biến Áp, NXB Khoa học và Kỹ thuật 1996.
9. Turan Gonen, Electric Power Distribution System Engineering 1986.
10. Huỳnh Bá Minh, Chuyên đề: Lựa Chọn Chống Sét Lưới Phân Phối – 2003(photo).
11. Hồ Văn Hiến, Hệ thống điện truyền tải và phân phối – NXB Đại Học Quốc Gia TP. HCM 2003.
12. Nguyễn Xuân Phú, Nguyễn Công Hiền, Tính toán cung cấp và lựa chọn thiết bị khí cụ điện, NXB Giáo dục 2006.
13. Ngô Hồng Quang, Vũ Văn Tâm, Thiết kế cấp điện, NXB Khoa Học Và Kỹ Thuật 2006.